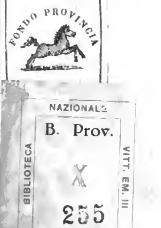


von

Philipp Spiller.





Die

Entstehung der Welt

und die

Einheit der Naturkräfte.

Populäre Kosmogenie

von

Philipp Spiller.

Mit 15 in den Text gedruckten Zeichnungen.

> Die einfachsten Ideen sind fast immer diejenigen, welche sich dem menschlichen Geiste zuletzt darbieten.
>
> Laplace.

Berlin 1871.
Julius Imme's Verlag.



Den

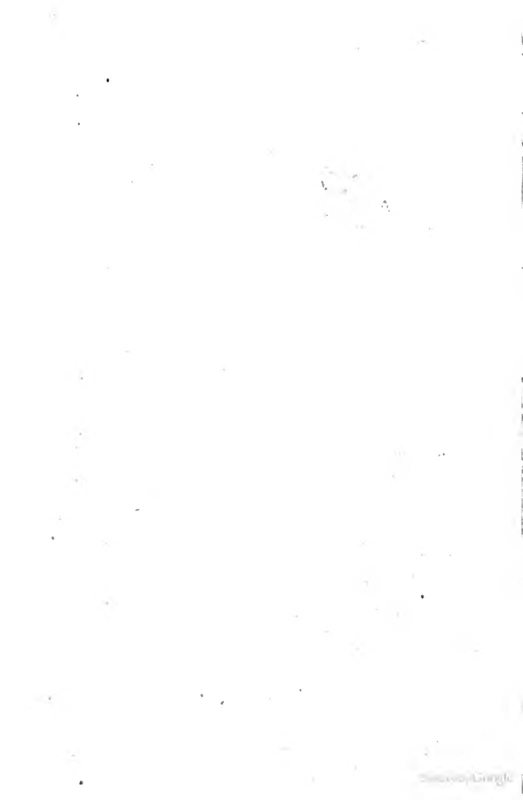
Manen Alexander von Humboldts

zur Nachfeier

seines hundertsten Geburtstages

am

14. September 1869.



Inhalt.

Erster Theil.

Musterung der Weltkörper.

Zweiter Theil.

Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers.

Dritter Theil.

Entstehung und Vervollkommnung des organischen Lebens.

Vierter Theil.

Die Einheit aller Naturkräfte.



Vorwort.

Eine Geschichte des Weltenaufbaues darf niemals auf metaphysischem Wege erstrebt, sondern muß auf der Grundlage einer gesunden Naturanschauung unter strengster Beachtung der durchgreifenden Naturgesetze gewonnen werden. Was die nebelnden Naturphilosophen einer früheren Zeit, als die Naturwissenschaften noch in den Kinderschuhen sich befanden, und was die wundergläubigen Nichtdenker späterer und selbst der jetzigen Zeit gründlich verdorben haben, muß nun die exakte Wissenschaft gut machen. Eine schwere, aber gewiß dankbare Arbeit, zu welcher ich hier einen kleinen Beitrag liefern möchte.

Ich stelle von vornherein die aus tiefster Ueberzeugung hervorgegangene Behauptung auf, für welche diese Schrift auf allen Seiten die Beläge liefern soll, daß in allen Naturerscheinungen die Körperstoffe den ewig giltigen Gesetzen der Mechanik unterworfen sind und daß eine Theorie für die Entwickelung der organischen Welt, welche sich nicht eng an die des Erdkörpers anschließt, nicht eine Spur zu einer Berechtigung hat.

Nachdem die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaft durch emsige Forscher lange Zeit hindurch einzeln ausgebildet worden sind, erkennt man immer mehr und mehr, daß diese trefflichen Leistungen nur sehr werthvolle Bausteine zu einem einzigen großen Gebäude, nämlich dem Weltganzen oder Kosmos liefern.

Es war Alexander von Humboldt vorbehalten, in seinem letzten Werke diese großartige Naturanschauung in glänzender Weise zuerst zur Geltung zu bringen. Er hat gewissermaßen eine kosmische Statistik geliefert. Nach dem Tode dieses unsterblichen Meisters haben aber viele Zweige der Naturwissenschaft noch so tiefgreifende Fortschritte gemacht, daß für alles Sein und Werden ganz neue Gesichtspunkte gewonnen worden sind.

Das der vollen Erkenntniß zugängliche Gebiet war bis zum Anfange dieses Jahrhunderts ein noch ziemlich beschränktes. Mußte doch selbst Newton noch offen bekennen, er wisse nicht, was Gravitation sei, obwohl er deren weltbeherrschende Gesetze so außerordentlich klar erfaßt hatte, und man meint sogar heute noch, die Körper selbst seien dabei thätig. Ließ man sich doch noch bis vor wenigen Jahrzehnten von dem Phantom der Imponderabilien irre führen und hatte von dem Wesen der Wärme, des Lichtes, der Elektrizität, des Magnetismus ganz naturwidrige Vorstellungen, obwohl man deren so bestimmt hervortretende und gesetzmäßige Wirkungen deutlich erkannt hatte.

Aber nicht nur diese und viele andere Verhältnisse sind in der neuesten Zeit einem tieferen Verständnisse entgegengeführt worden, sondern es ist auch ein ganz neuer Zweig der Forschungsmethoden, die Spektralanalyse, entstanden, welcher uns schon in kurzer Zeit befähigt hat, sowohl die Zustände der Weltkörper in dem unermeßlichen Weltalle zu ergründen, als auch in die geheimnißvollen Werkstätten des unendlich Kleinen einzudringen, den Schleier, welcher über dem Leben der Natur ausgebreitet ist, mehr und mehr zu lüften und so den Endzielen der Naturwissenschaft immer näher zu treten.

Diejenigen Naturforscher, denen das Aufsuchen und Beobachten, das Messen und Wägen des Einzelnen und das Bilden von systematischen Zusammenstellungen bisher die einzige Aufgabe war, haben also ein reiches und schätzbares Material angehäuft, um es jetzt schon ohne Einmischung philosophischer Traumgebilde zu einem lebensvollen Ganzen zu verbinden, in welchem wir jedes Gebilde der unorganischen wie der organischen Welt als ein nothwendiges Glied einer ununterbrochenen

Kette und in dieser selbst eine Stufenfolge zu immer höheren Entwickelungsgraden erkennen.

Wenn schon die Kenntniß des Gewordenen für den menschlichen Geist einen großen Reiz besitzt, so liegt doch in jedem Denkenden ein sehnsuchtsvoller Drang noch weit mehr nach der Erkenntniß des Werdens. Das Ringen nach Licht gibt dem Geiste nicht eher Ruhe und Befriedigung, als bis er alles Sein und Werden auf unwandelbare Naturgesetze zurückgeführt sieht. Die sehnsuchtsvolle Angst bei dem Suchen nach der rechten Erkenntniß ist das Kennzeichen des nie erlöschenden Götterfunkens im Menschengeiste.

Die folgende Schrift macht nun als ein Entwurf den bescheidenen Versuch, das ewig waltende und mit steter Umgestaltung und Entwickelung zu immer höheren Formen verknüpfte Werden in der ganzen Natur sowohl im unendlich Großen als auch im unendlich Kleinen nach dem Standpunkt des heutigen Wissens in den verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaften einer Betrachtung zu unterwerfen. Der Begriff Wunder im gewöhnlichen Sinne als ein Ereigniß, welches nicht blos ohne, sondern sogar gegen allen Zusammenhang mit Naturkräften eintritt, erscheint dem Naturforscher absolut gedankenlos. „Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind.“ Gegen den Glauben und das gedankenträge Glauben überhaupt kämpft der Naturforscher einen heißen Kampf für die Menschenwürde. Er kann mit Mephistopheles sagen:

„O glaube mir, der manche tausend Jahre
An dieser harten Speise kaut,
Daß von der Wiege bis zur Bahre
Kein Mensch den alten Sauerteig verdaut!“

Ihm ist die schwere Pflicht beschieden, die Wunder des Weltalls aus dem nebelhaften Gebiete des todten Wunderglaubens in die hellen Gefilde des lebendigen Verstehens und Wissens überzuführen; er will in seinen Mitbrüdern den so häufig durch eine verkehrte Erziehung unentwickelten oder sogar erstickten göttlichen Funken der Vernunft zur hellen Flamme anfachen, damit der verstandbegabte Mensch mehr und mehr seiner hohen Bestimmung genüge und ein menschenwürdiges Dasein führe.

Es ist nicht Anmaßung, sondern die tiefste Verehrung für den großen Naturforscher, dessen hundertjährigen Geburtstag wir am 14. September 1869 gefeiert haben, wenn ich selbst im 70sten Lebensjahre noch den kühnen Versuch wage, in allgemeinen Umrissen die Weltengeschichte im umfangreichsten Sinne des Wortes, wozu unser großer Naturforscher die Grundlage geschaffen, nach ihrer Genesis vor dem gebildeten Leser aufzurollen und dann noch auf die eine Naturkraft hinzuweisen, welche von Ewigkeit zu Ewigkeit in dem unendlichen Weltenraume schaffend, erhaltend, veredelnd, zerstörend und neubelebend mit ewig gleich bleibender Frische waltet.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß man meine Schrift nicht als ein naturphilosophisches Phantasiegebilde ansehen wird, denn ich habe zu dem aufgeführten Gebäude von allen Seiten außer den eigenen die werthvollsten und bewährtesten Bausteine vieler Anderer herbeigeschafft; den Mörtel aber habe ich größtentheils selbst geliefert und wünsche nur, daß er das rechte und ein festes Bindemittel sei. Wenn ich dabei auf die große Anzahl neuer Gesichtspunkte zurückblicke, welche ich dem Leser vorführe, so steigt in mir freilich wohl bisweilen eine gewisse Besorgniß auf, daß ich als ein zu kecker Baumeister im Reiche der Gedanken angesehen werden könnte; wenn ich aber andererseits strenge Rechenschaft von mir fordere, ob auch meine Ansichten naturgemäß und mit den Thatsachen in vollkommne Uebereinstimmung gebracht sind; so blicke ich doch wieder mit einer gewissen Seelenruhe auf meine Arbeit zurück und hoffe sogar durch die Gewalt der benutzten Thatsachen blindgläubige Ansichten zerstören zu helfen.

Erfreulich ist es für mich, daß die von mir seit siebenzehn Jahren aufgestellte Theorie der Elektrizität und des Magnetismus immer mehr Eingang findet, und ich hoffe, daß ich bei der Untersuchung der Wechselwirkung der Schwingungserscheinungen und bei Aufsuchung der einheitlichen Naturkraft für sie noch neue Stützen aufgefunden habe, so daß sie als wissenschaftlich begründet angesehen werden darf.

Auch für die von mir schon längst aufgestellte Erdbebentheorie dürften bessere Bestätigungen, als sie bereits vorliegen, wohl kaum er-

wartet werden. Ebenso werden die Beobachtungen der deutschen Nord-pol-Expedition meine mit den Thatsachen so sehr übereinstimmende Theorie der sogenannten Polarlichter hoffentlich als richtig erweisen. Die eigentliche Polarzone wird sie gewiß frei finden von den „magnetischen Gewittern.“

Ich habe an der von mir in einer im vorigen Jahre herausgegebenen kleinen Schrift (die Weltschöpfung) aufgestellten Abschleuderungstheorie auch in diesem Werke festgehalten. Dieselbe ist bisher erst von einer Seite angegriffen worden. Ich mußte mich durch diesen Angriff eines Fachmannes, abgesehen von dessen etwas zu wenig objektiven Haltung nicht blos geehrt, sondern auch ganz besonders angespornt fühlen, meine Theorie noch besser zu begründen. Dazu gaben mir viele, früher noch nicht berücksichtigte Erscheinungen eine gewichtige Handhabe.

In Beziehung auf die mir gemachten wissenschaftlichen Einwände will ich nur kurz erwähnen, daß die jetzige Sonnenmasse für die Zeit der Entstehung des Planetensystems nicht maßgebend sein kann, weil sie während der äußerst langen Entwickelungszeit desselben zufolge der fortwährend und heute noch thätigen Gravitation der kosmischen Stoffe zu ihr selbst auch nur allmählig zu der heutigen großen Massenhaftigkeit gelangt ist. Ich kann es nicht verschweigen, daß mich bei dem Resultate einer von mir selbst früher angestellten Rechnung eine gewisse Beklemmung befiel. Sie wich aber nach einer reiflichen Ueberlegung aller bei der Bildung der Weltkörper eintretenden Verhältnisse. Ich habe diesen Umstand in der vorjährigen Druckschrift, welche für die weitesten Leserkreise zunächst nur als Gegengewicht gegen eine kranke Richtung religiöser Schwärmer bestimmt war, nicht angeführt, weil mir die dort für meine Theorie angegebenen Gründe ausreichend genug erschienen, trage aber jetzt Einiges dazu nach.

Alle Wissenschaften enthalten Beispiele, welche in der Beurtheilung oder Verurtheilung neu aufgestellter Gesichtspunkte oder Theorien uns zur größten Vorsicht mahnen sollten. So wurde noch im Jahre 1734 Mahudel in der französischen Akademie der Wissenschaften geradezu ver-

lacht, als er die aus der Steinzeit stammenden, jetzt bereits in so großer Anzahl aufgefundenen Steine für das erklärte, was sie sind, nämlich für Werkzeuge und Waffen untergegangener Menschengeschlechter.

Wenn auch diese Schrift in ihrer hoffentlich ganz einfachen und durchsichtigen Darstellungsweise zunächst für jeden Gebildeten bestimmt ist, so würde es mir doch sehr erwünscht sein, wenn sie auch von eigentlichen Fachmännern einer eingehenden Prüfung unterworfen würde, weil die Wahrheit nur durch den Läuterungsprozeß des Kampfes mehr und mehr hervortritt. Dabei aber würde ich freilich bitten, das Urtheil erst nach Kenntnißnahme des Ganzen zu formuliren und auch den Umstand zu berücksichtigen, daß ich mich nach Vollendung früherer Arbeiten (namentlich auch der in diesem Jahre erschienenen vierten, sehr erweiterten Auflage meines Grundrisses der Physik) mit der Anordnung und Bearbeitung des wirklich chaotischen Reichthums an Stoff etwas beeilen mußte, um die Schrift, welche am Gedächtnißtage A. v. Humboldts gedruckt sein sollte, nicht allzuspät erscheinen zu lassen.

Berlin im December 1869.

Ph. Spiller.

Einleitung.

Wenn wir aus der Nacht des Weltraumes die ewigen Leuchten hervorglänzen und sie ihre Bahnen beschreiben sehen; wenn das stille Polarlicht seinen buntfarbigen Dom geheimnißvoll über uns ausbreitet; wenn die Pracht des Regenbogens vor uns ausgespannt ist; wenn der zückende Blitz in den regenschwangeren Wolken unser Auge blendet; wenn wir wahrnehmen, wie der kalte Magnet seinen Bruder von der Entfernung ohne sichtbares Band anzieht oder auch ihn unerbittlich abstößt; wenn wir einen Eisenbahnzug dahineilen sehen; wenn der menschliche Gedanke in einem Kupferdrahte durch Luft, Erdboden oder Wasser im Augenblicke fliegt; wenn wir die zahllose Menge der irdischen Körper, die bunte Mannigfaltigkeit der lebenden Wesen und ihr ganzes Thun erblicken: wer ist dann noch so gedankenlos, um in sich nicht einen sehnsuchtsvollen Drang zu fühlen, den Grund alles Seins und Werdens erkennen zu wollen? Welcher Gebildete ist es heute, der noch mit einem blos hinbrütenden Staunen über das endlose Gewirr in der Welt sich begnügen wollte? Hat doch schon 500 Jahre vor unserer Zeitrechnung der Grieche Empedokles gesagt, daß unseren Verstand die Erkenntniß des Werdens mehr befriedigen müsse, als die Kenntniß des Gewordenen. Und heute noch wollten wir uns unter den fluchwürdigen Ausdruck: „die Wissenschaft muß zurück“ geduldig beugen und uns von den Finsterlingen erdrücken, ausbeuten und zum gedankenlosen Thiere herabwürdigen lassen? Nein! Der menschliche Geist mit dem Götterfunken der Vernunft muß vorwärts! Das Volk in seinem weitesten Begriffe muß es wissen, welches sein hoher Beruf in der Welt ist; es soll die Natur und ihre Kräfte erforschen und sie zu seiner eigenen

Hebung und Veredlung benutzen lernen, damit es sich mehr und mehr frei mache von dem Drucke roher und entsittlichender Gewalten.

Aber die Fülle des Stoffes scheint uns zu erdrücken. Wo sollen wir beginnen?

Durch die Arbeitstheilung ist in der Ansammlung von Bausteinen aus allen Zweigen der Naturwissenschaft bis jetzt schon außerordentlich Vieles geleistet worden, und es war Alexander von Humboldt mit seinem allumfassenden Geiste vorbehalten, in seinem Kosmos ein organisches Ganzes daraus zu machen. Seit seinem Tode wurden aber so tiefgreifende Entdeckungen gemacht und Forschungen unternommen, welche nicht blos auf das Auffinden neuer Gebilde und neuer Wechselwirkungen, sondern auch auf das tiefere Wesen der Erscheinungen sich beziehen, daß es wohl gerechtfertigt erscheint, den Versuch zu machen, an den Kosmos eine **Kosmogenie** im weitesten Sinne des Wortes zu schließen und zu zeigen, wie Alles im Weltenraume geworden ist, und wie Alles in einem ewigen Werden bleibt und wie alle Erscheinungen der Ausfluß einer ewig wirkenden, unvertilgbaren und sich gleichbleibenden Naturkraft sind.

Selbst bei einer oberflächlichen Betrachtung alles dessen, was wir unmittelbar durch unsere Sinne erkennen, werden wir von dem unendlichen Reichthume und der Mannigfaltigkeit des Vorhandenen überwältigt. Aber unsere Sinne sind ungeachtet ihrer wunderbar vollkommenen Zusammensetzung noch viel zu unvollkommen, als daß wir durch sie alles das erkennen könnten, **was in der Natur da ist und was in ihr vorgeht.**

Schon die Erde bietet uns eine erstaunliche Fülle von theils unorganisirten Körpern, theils organisirten Geschöpfen dar (gegen 80000 Pflanzen- und über 300000 Thierarten); aber auch der Blick in die unendlichen Tiefen des Weltraumes läßt uns eine wunderbare Mannigfaltigkeit erkennen.

Wenn wir unsere Sinne durch Werkzeuge unterstützen, so werden einerseits die Schwierigkeiten der Naturforschung noch gesteigert, weil die Menge und Mannigfaltigkeit der erkennbaren Gebilde wächst, andererseits aber werden die Aufgaben der Wissenschaft dadurch ihrer Lösung mehr und mehr entgegengeführt.

Das **Mikroskop** zeigt uns außerordentlich kleine Formen und höchst unbedeutende Bewegungen, welche wir sonst nicht wahrnehmen können; aber auch hier sind uns unwillkommene Gränzen gesteckt. Das bewaffnete Auge ist wohl noch fähig, an einem Räderthierchen, welches

den zehnten oder zwanzigsten Theil einer Linie groß ist, einen Schlund, gezahnte Kiefer, einen Magen, Darmdrüsen und sogar Nerven zu erkennen; aber bei den pfeilschnell dahinschießenden Monaden, welche etwa den 200sten Theil einer Linie einnehmen; so daß deren Millionen in einem Tropfen Flüssigkeit sein können, oder gar bei den Vibrionen, welche dem bewaffneten Auge als ein Haufen kleiner flimmernder Pünktchen oder Strichelchen erscheinen und deren gegen 4000 Millionen auf eine Kubiklinie gehen, forscht man vergeblich selbst nach den Bewegungsorganen, welche sie doch unzweifelhaft besitzen und auch die ihren Willen und ihre Empfindung vermittelnden Werkzeuge, die sie, nach der Art ihrer Bewegungen zu schließen, doch unstreitig haben müssen, sind unbedingt unfindbar.

Die bei der Gährung des Weinmostes thätigen Zellen sind so klein, daß deren auf einen Kubikzoll fast eine Billion gehen und, was fast noch wunderbarer ist, sie vermehren sich aus der Mutterzelle in 57 Stunden bis in's siebente Glied.

Obwohl ferner in einer Kubiklinie Menschenblutes gegen 3 Millionen Blutkörperchen enthalten sind, so erscheinen sie doch als Felsenblöcke gegen die Saamenkörner eines in Italien vorkommenden Traubenpilzes, von denen doch jedes einzelne die Bedingungen der Fortpflanzung besitzt, also eine Zusammensetzung verschiedener Elementarstoffe ist, deren Gestalt und Lagerung uns stets verborgen bleiben wird.

Ebensowenig ist es möglich, die Gestalt der untheilbar gedachten Urtheile oder Atome der verschiedenen Stoffe und selbst nicht die Gruppen von Atomen in einfachen (Quecksilber) oder zusammengesetzten Körpern (Wasser), d. i. die Molekel der Körper zu erkennen.

Die Teleskope sind in neuerer Zeit durch den Scharfsinn und Fleiß der Fachgelehrten und Mechaniker so außerordentlich vervollkommnet worden, daß man in Tiefen des unendlichen Weltraumes zu bringen vermag, aus denen das Licht, ungeachtet es in einer Sekunde einen Weg von etwa 42,000 Meilen zurücklegt, doch Jahrhunderte gebraucht, um bis zu uns zu gelangen.

Da es das Licht ist, welches uns Kunde gibt von den Zuständen und Vorgängen in der ganzen Natur, so ist es natürlich, daß man auf die Anfertigung von Werkzeugen, welche uns in irgend einer Richtung derart zu Aufschlüssen führen könnten, die größte Sorgfalt verwendete. Wir haben in dieser Beziehung noch drei verschiedene Apparate zu erwähnen.

Durch den einen wird man befähigt festzustellen, ob das von einem

Körper ausgehende Licht sein eigenes oder nur von ihm zurückgeworfenes ist, indem er die Schwingungsrichtung des Lichtes zu erkennen und auch abzuändern geeignet ist: der Polarisationsapparat.

Durch einen zweiten, vorzüglich von dem fleißigen Zöllner hergestellten, vermag man das Licht nach seiner Stärke und Färbung bei höchst unbedeutenden Abstufungen mit der erstaunlichsten Genauigkeit und Sicherheit zu unterscheiden, was vorzüglich für die Untersuchungen der Weltkörper von der größten Wichtigkeit ist: das Astrophotometer.

Von einem unschätzbaren Werthe aber ist die von Bunsen und Kirchhoff gemachte Entdeckung, daß man mittelst des prismatischen Farbenbildes (Spektrums) das Vorhandensein von selbst außerordentlich geringen Spuren irgend eines Stoffes mit untrüglicher Sicherheit angeben kann: das Spektroskop.

Weil gerade diese Untersuchungen in der Kosmogenie zu entscheidenden Ergebnissen führen und weil es in der That solchen, welche davon noch gar keinen Begriff haben, außerordentlich befremdlich, ja unglaublich erscheinen mag, daß man es wagen kann anzugeben, nicht nur aus welchen Stoffen die verschiedenen Weltkörper bestehen, sondern auch in welchen Zuständen sich dieselben befinden; so will ich mit wenigen Zügen hier das Wesen der sogenannten Spektralanalyse angeben. In der That ist die physikalische Entdeckung, welche nicht nur diese Untersuchung zu unfehlbaren Resultaten führt, sondern auch noch weitere Blicke in die tiefsten Geheimnisse der Natur zu thun gestattet und noch weiter in Aussicht stellt, eine der größten Errungenschaften auf dem geistigen Gebiete.

Läßt man in einem verfinsterten Zimmer von einer kreisrunden Oeffnung aus das weiße Licht irgend eines Körpers, z. B. des weißglühenden ganz reinen Platins, des frischgebrannten Kalkes, welcher durch eine Flamme von Knallgas (1 Maß Sauerstoff mit 2 Maß Wasserstoff) glühend gemacht worden ist, überhaupt das Licht glühender fester oder schmelzflüssiger Körper, auch elektrisches Licht oder selbst nur das Licht einer Leuchtgasflamme durch zwei gegen einander geeignete Ebenen eines durchsichtigen weißen Körpers (eines Glasprismas) gehen und fängt jenseits das Bild mit einer weißen, lothrecht dagegen gehaltenen Ebene auf; so ist es nicht mehr rund, sondern um so mehr in die Länge gezogen, je weiter die auffangende Ebene entfernt ist, und erscheint auch nicht mehr weiß, sondern zeigt ohne Unterbrechung durch dunkle oder helle Linien die sieben Regenbogenfarben: Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violett, so zwar, daß Roth am

wenigsten, Violett am meisten von der Richtung des weißen Strahles abgelenkt ist. Ein solches Farbenbild oder Spektrum, in welchem die Farben ohne jede Unterbrechung allmählig in einander übergehen, heißt ein stetiges, kontinuirliches oder lückenloses.

Wenn man ferner in einer Flamme, z. B. des Leuchtgases, nachdem ihm die Leuchtkraft fast ganz entzogen worden ist, oder in einer Alkoholflamme, irgend einen Stoff verbrennt, so zeigt sich zwar auch ein, wenn auch mattes Farbenbild, aber es enthält für jeden bestimmten Stoff an ganz bestimmten Stellen noch hellere Querlinien von ganz bestimmter Farbe an den Stellen des Farbenbandes, an welchen die betreffenden Farben im stetigen Bilde auftreten würden, und nur selten breiten diese Linien sich etwas aus. Wird z. B. Kochsalz zu dem Spiritus gethan, so sind in dem Spektrum der Flamme zwei einander sehr naheliegende gelbe Linien, welche von dem verbrennenden Natrium des Kochsalzes herrühren; Strontiansalz giebt mehre Linien, besonders rothe und noch einige schwächere von anderen Farben. Nimmt man Kochsalz und Strontian, so erscheinen die Linien von beiden an ihren ganz bestimmten Stellen und mit ganz bestimmten Zwischenräumen. Kalkverbindungen geben verschiedene orange, grüne und rothe Linien; Kupfer zeigt eine Menge helle Linien von allen Farben; zum Eisen gehören wohl an 60 bestimmte Linien. Es steht somit als Thatsache fest, daß das Licht glühender Gase aus verschiedenen Stoffen in dem Spektrum für jeden bestimmten Stoff ganz bestimmte helle Farbenlinien auf einem mehr oder weniger dunklen Grunde an ganz bestimmten Stellen zeigt, daß also auch umgekehrt die Natur des Gases aus seinem Farbenbilde stets erkannt wird.

Nun aber macht man noch einen dritten Versuch von überraschendem Erfolge und von einer entscheidenden Wichtigkeit. Man läßt nämlich das Licht eines festen oder tropfbaren Körpers, von welchem man ein kontinuirliches Spektrum erhält, durch das Licht eines gasigen Körpers gehen, ehe es auf das Prisma fällt, und findet dann zur großen Ueberraschung, daß die von dem betreffenden Gase herrührenden hellen farbigen Linien in dunkle oder vielmehr schwarze genau an derselben Stelle verwandelt worden sind; es gehen z. B. die zwei hellen Linien des Kochsalzes sofort in dunkle über. Nimmt man die erste Lichtquelle fort und läßt nur das Licht des gasigen Stoffes das Spektrum bilden, so verschwinden auch die dunklen Linien augenblicklich und genau an ihrer Stelle zeigen sich die zum gasigen Stoffe gehörigen hellen.

Das Vertrauen in die Ergebnisse der Spektralanalyse muß gewiß außerordentlich befestigt werden, wenn wir vernehmen, mit welcher bewundernswürdigen Sicherheit das Spektrum das Vorhandensein selbst nur äußerst geringer Spuren eines Stoffes anzeigt.

Das Kalium verräth seine Anwesenheit schon bei einem Tausendstel eines Millegramms, das Lithium gibt noch bei drei Millionteln eine rothe und noch eine schwach gelbliche Linie, das Natrium des Kochsalzes zeigt seine gelben Linien sogar noch bei drei Zehnmillionteln eines Millegramms. Ein Stäubchen Cigarrenasche auf einem weißglühenden Platindrahte verräth alle drei Metalle in ihm. Wenn Pflanzen auf granithaltigem Boden gewachsen sind, so läßt das Lithium sich nicht blos in ihnen selbst nachweisen, sondern sogar in dem Blute derjenigen Thiere, welche die Pflanzen verzehrt haben. Ebenso ist die Anwesenheit von Seesalz in der atmosphärischen Luft weit von den Meeresküsten bis tief in das Land hinein erkennbar.

Wie groß die wunderbare Sicherheit der Spektralanalyse ist, geht auch noch daraus hervor, daß Bunsen allein durch sie sogar neue Metalle entdeckt hat: im Lepidolith das Rubium ($^1/_4$ Prozent als Oxyd) mit zwei violetten und zwei rothen Linien jenseit des Roth und zwar blos durch $^1/_{2000}$ Millegramm; das ihm ähnliche Cäsium war durch $^1/_{5000}$ Millegramm in Mineralbrunnen erkennbar; außerdem das Thallium.

Wenn man also sehr genau untersucht hat, welche ihrer Lage und Stärke nach bestimmten hellen Linien mit bestimmter Färbung zu jedem Stoffe gehören, nachdem er in den gasigen Zustand versetzt worden ist und ein Spektrum gegeben hat; so lassen sich aus den dunklen Linien, welche sich in dem Spektrum eines Körpers vorfinden, mit aller Sicherheit die Stoffe angeben, welche in der glühenden Umgebung des selbst auch glühenden Körpers, dessen Farbenbild ein kontinuirliches ist, enthalten sind.

Ehe wir an die Benutzung dieser ein unbedingtes Vertrauen einflößenden Ergebnisse zur Untersuchung der Weltkörper treten, wollen wir noch mit wenigen Worten das Wesen der uns so räthselhaft vorkommenden Erscheinung zu erklären suchen. Eine Vergleichung mit dem Schalle mag dazu dienen, weil ja Licht und Schall beides Schwingungserscheinungen sind, jenes vom Weltäther, dieser von irdischen Stoffen, vorzüglich der atmosphärischen Luft.

Wie zu jedem bestimmten Tone, so gehört auch zu jeder bestimmten Farbe eine gewisse Anzahl von Schwingungen in einer Sekunde. Wenn in den einzelnen Schwingungen für alle Töne einerseits und für alle

Farben andererseits stets dieselbe Kraft liegt, so wird die Gesammtkraft eines Tones und einer Farbe mit der für eine gewisse Zeiteinheit wachsenden Anzahl der Schwingungen auch wachsen, also werden unter dieser Bedingung höhere Töne durchdringender sein und eine Farbe wird auf unser Auge um so wirksamer sein, je mehr sie vom Roth an (mit der kleinsten Schwingungszahl) dem Violett (mit der größten) sich nähert.

Geht also ein weißer Lichtstrahl durch ein weißes Prisma, so wird von ihm das Roth den kleinsten, das Violett den weitesten Weg zurücklegen und der Strahl siebenfarbig heraustreten.

Gleichwie die von einem einzelnen tönenden Körper ausgehenden Wellen ohne Unterbrechung fortschreiten, so sind auch die von einem einfachen festen oder flüssigen glühenden Körper ausgehenden Lichtwellen nicht unterbrochen und sie geben durch das Prisma ein homogenes Spektrum.

Treffen aber die Wellen zweier verschiedener Töne (z. B. von nebeneinander stehenden Stimmgabeln) einander, so setzen sie sich zu neuen Wellen mit einer kleineren Schwingungszahl zusammen und geben bei hinreichend schneller Aufeinanderfolge letzterer einen dritten Ton, z. B. a und g geben A. Ebenso geben verschiedene zusammentreffende Farbenwellen eine neue Farbe; z. B. Gelb und Blau gibt Grün.

Schlägt man eine Stimmgabel an und dreht sie an dem lothrecht gehaltenen Stiele vor dem einen Ohre um ihre Axe, so hört man abwechselnd viermal den Ton stärker und schwächer werden, weil die von den beiden Zinken ausgehenden Wellensysteme an vier Stellen einander verstärken und an den vier anderen dazwischen liegenden einander schwächen, ja in einzelnen Punkten sogar aufheben.

Wie das Zusammentreffen zweier Systeme von Tonwellen an gewissen Stellen Lautlosigkeit erzeugen kann, so das von Lichtwellen aus zwei verschiedenen Quellen Dunkelheit, Finsterniß, Schwarz.

Die Anwendung davon auf die dunklen Linien in einem Farbenspektrum ist nun leicht. Das Licht des gasigen Stoffes vernichtet nämlich grade diejenigen Lichtstrahlen eines anderen Körpers, welche es selbst hervorbringt. Je vollständiger die Vernichtung ist, desto schwärzer erscheinen die Linien; ihre Breite hängt von der Weite der betreffenden Schwingungen ab.

Die Benutzung der Spektralanalyse für die Untersuchung des Wesens und des Zustandes der Weltkörper ist, wie wir sehen werden, von der tiefgreifendsten Bedeutung, denn erst durch sie bekommen die Untersuchungen über die Kosmogenie eine unumstößliche thatsächliche Grundlage.

Wenn nun auch durch die Werkzeuge, welche wir angeführt haben, unsere Kenntnisse von dem, was in der Welt vorhanden ist, ungemein gefördert werden, so tritt uns in der Naturforschung doch eine andere Schwierigkeit entgegen, denn wir können wegen der Unvollkommenheit unserer Sinne und der auch den Instrumenten gesteckten Gränzen nicht alles das erkennen, was in der Natur vorgeht. Die Vorgänge sind Bewegungserscheinungen, aber wir können weder allzu langsame, noch allzu schnelle Bewegungen sehen, z. B. nicht den Lauf des Stundenzeigers einer Taschenuhr während einer kurzen Frist, nicht den einer abgeschossenen Büchsenkugel. Wenn wir auch mittelst eines Mikroskops die Blutkügelchen in der Fußhaut eines Frosches dahinrollen, die Schwärmzellen bei Pflanzen auslaufen, die Säfte in den Gefäßen sich bewegen sehen und mittelst eines Teleskopes erkennen können, daß die Fixsterne untereinander keine feste Lage behalten, so sind uns doch auch für diese Mittel unübersteigliche Gränzen gesteckt.

Wichtig sind in dieser Beziehung die Schwingungsbewegungen. Eine Schwingung ist nämlich die Bewegung eines Körpers oder seiner Theile innerhalb einer gewissen Gränze, bestehend in einem Hin- und Hergange jenseits und diesseits eines gewissen Gleichgewichts- oder Ruhepunktes. Die Wahrnehmbarkeit der Schwingungen wird bedingt theils durch die Schnelligkeit ihrer Aufeinanderfolge, theils durch ihre Weite oder die Länge des zurückgelegten Weges.

Wir können allzu langsame oder allzu rasche Tonschwingungen nicht hören. Die Gränze ist für verschiedene Menschen etwas verschieden; sie liegt etwa zwischen 16 und 36,000 in einer Sekunde.

Wir können ferner allzu langsame oder allzu schnelle Weltätherschwingungen (Lichtschwingungen) nicht sehen. Die Gränzen vom Roth bis zum Violett bilden etwa 450 und 800 Billionen in einer Sekunde; diesseits des Roth werden sie beim Spektrum nur als Wärme, jenseits des Violett in ihren chemischen Wirkungen erkannt.

In ähnlicher Weise können wir allzu rasche Wärmeschwingungen irdischer Körper nicht fühlen; denn man kann ohne alle Gefahr die trockene Hand in geschmolzenes weißglühendes Eisen eine kurze Zeit halten, nicht aber in blos rothglühendes, bei welchem die Schwingungszahl der Molekel zu klein oder die Dauer jeder einzelnen Schwingung eine zu große ist, und somit eine wirksame Berührung mit dem Körper gestattet.

Wir sind ferner unfähig, die Schwingungen der Molekel eines Metalldrahtes während durch ihn Elektrizität von mäßiger Kraft, wie

etwa beim Telegraphiren, geleitet wird, durch irgend einen unserer Sinne weder unmittelbar, noch durch Unterstützung von Instrumenten wahrzunehmen.

Ob ein Stahlstab magnetisch ist oder nicht, können wir an ihm allein, durch keinen unserer Sinne erkennen.

Ebenso sind wir nicht imstande, die bei chemischen Verbindungen und Zersetzungen unstreitig stattfindenden Bewegungen der Atmome von den verschiedenen Stoffen zu verfolgen. Wer vermag es, die Bewegung der Atome des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und des Kohlenstoffes im Brennmateriale, welche sich als Wärme kundgibt, zu erkennen?

Die Verschiedenheit der durch Mischung erhaltenen Stoffe ist unübersehbar, abrr bei der Entmischung kommen wir auf eine gewisse Gränze, nämlich auf Stoffe, welche in neue von anderen Eigenschaften nicht mehr zerlegbar sind und deshalb Urstoffe oder Elemente genannt werden.

Ungeachtet der unendlichen Mannigfaltigkeit der unorganisirten und organisirten Körperwelt (es gibt auf der Erde allein gegen 344500 Pflanzenarten) hat die sorgsamste Forschung erkannt, daß es doch nur 64 Elemente gibt, aus denen alle Körper, selbst die überirdischen zusammengesetzt sind. Es wird aber der Wissenschaft bei ihrem weiteren Fortschreiten wahrscheinlich gelingen, die Anzahl der Elemente nicht etwa zu vermehren, sondern zu vermindern. So hielt man das Ammonium nach seinem Verhalten für ein einfaches Metall, aber es ist zusammengesetzt gefunden worden aus Stickstoff und Wasserstoff. Außerdem zeigen viele Elemente in physikalischer Beziehung eine große Aehnlichkeit. Chlor, Brom und Jod sind als Elemente auch sehr zweifelhaft geworden.

Die in der Feinheit ihrer Untersuchungen außerordentlich weit über alle bisher durch die Chemie uns gesteckten Gränzen hinausreichende Spektralanalyse verspricht in dieser Beziehung noch viele Entdeckungen machen zu lassen. Wenn es auch bis jetzt noch nicht gelungen ist, und wohl auch durch sie kaum gelingen wird, die Gestalt der Atome zu ermitteln, so müssen wir doch aus den Wahrnehmungen, daß bestimmte Stoffe beim Festwerden ganz bestimmte Formen (Krystalle) annehmen und bei der Verbindnng mit einander zu neuen Körpern mit kleinerem Rauminhalte nur in ganz bestimmten Verhältnissen sich vereinen, den sicheren Schluß ziehen, daß die Atome eines jeden bestimmten Urstoffes eine bestimmte Gestalt haben und daß sie bei ihrer chemischen Verbindung den möglich kleinsten Raum einschließen wollen.

Einen anderen schwierigen Punkt in der Naturforschung bieten die

oft räthselhaften **Wirkungen auf die Entfernung** dar. Bei irdischen Erscheinungen vermögen wir das vermittelnde Band zwischen Ursache und Wirkung wohl öfters zu erkennen. Wenn liebliche Töne in unser Ohr dringen, so bildet gewöhnlich die Luft den Vermittler; wenn elektrische Fische andere in einiger Entfernung im Wasser befindlichen Thiere (Pferde) durch ihre Schläge tödten, so ist das Wasser das Band. Wenn aber das Licht der Sonne und der anderen Weltkörper in unser Auge und zu anderen Körpern gelangt, wenn Körper selbst im luftleeren Raume uns sichtbar bleiben, wenn ein Magnet auch im luftleeren Raume von einem anderen angezogen oder abgestoßen wird und wenn solche Kraftäußerungen auch bei elektrischen Körpern eintreten; wenn wir ferner sehen, daß ein Loth (ein kleiner Metallkörper an einem Faden) die Neigung verräth, einer großen benachbarten Masse sich zu nähern und frei nicht mehr senkrecht hängt, daß die Planeten an die Sonne, die Monde an ihre Planeten gefesselt sind: so fehlt der sinnlichen Wahrnehmung jeder Anhaltspunkt für die Fortleitung der Thätigkeit von dem einen Körper zum anderen und wir scheinen an die Gränze für die Erklärung solcher Thatsachen angelangt zu sein.

Bei Maschinen erkennen wir wohl, wie durch die verschiedene Gestalt der Maschinentheile und durch die genau abgemessene Zeit des Ineinandergreifens derselben die eine Bewegungsart in eine andere umgewandelt wird. Wenn wir z. B. in einen Saal treten, in welchem Hunderte von Dampfwebestühlen in einer feenhaften Selbstthätigkeit zu sein scheinen, indem sie Stoffe kunstreich weben, denn man braucht nur von Zeit zu Zeit eine neue Spuhle einzulegen oder einen gerissenen Faden zusammen zu knüpfen; so werden wir im ersten Augenblicke wohl mit Staunen und Bewunderung erfüllt. Forschen wir aber genauer nach der Quelle der hier in Thätigkeit begriffenen Kräfte und nach den Ursachen für die Umänderung der Bewegungsarten, so finden wir hier überall ein sichtbares Band für die Uebertragung der Kraft. Die näheren Umstände sind hierbei nämlich folgende:

Die beim Verbrennen stattfindende Atombewegung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und des Kohlenstoffes im Brennmateriale, welche sich im Feuerraume als Wärme kundgibt, wird übergetragen auf den Dampfkessel. Es wird also hier aus einer Atombewegung zunächst eine schwingende als Wärme sich äußernde Bewegung der Molekel des Dampfkessels (Kupfers oder Eisens). Von dem Kessel wird die Bewegung unmittelbar übertragen auf das darin befindliche Wasser, wobei es sich ausdehnt und wärmer wird, d. h. wobei sowohl die

Schwingungsweite als auch die Schwingungszahl sich vergrößert. Dadurch wird das Wasser ohne seine Zusammensetzung (aus 2 Maß Wasserstoff und 1 Maß Sauerstoff im Gewichtsverhältnisse 1 : 8) zu verändern, endlich in Dampf verwandelt. Wenn dieser abgesperrt ist, so wird durch weitere Zuführung von Wärme die Schwingungszahl seiner Molekel vergrößert. Die Bewegungskraft wird dann im Dampfzylinder unmittelbar übertragen abwechselnd auf die beiden Seitenflächen des Kolbens darin, welcher dadurch eine hin- und hergehende Bewegung erhält; diese wird durch eine gegliederte Stange, welche vom Kolben aus an einem Rade seitwärts von seinem Mittelpunkte (excentrisch) angebracht ist, umgewandelt in eine drehende des Rades; durch Riemenscheiben und Riemen wird diese auf Entfernungen fortgepflanzt (hier gewöhnlich unter den Dielen) bis zur Arbeitsmaschine (dem Webestuhle) und an derselben durch verschieden geformte Maschinentheile oft in geistvollster Weise zu den verschiedenartigsten Zwecken (hier zum Weben der Zeuge) umgewandelt. Man kann also in einem solchen Falle, auch wenn wir u. a. einen Eisenbahnzug dahinbrausen sehen, die Umwandlung der Bewegungsarten Schritt für Schritt verfolgen. Die Atombewegung ist umgewandelt worden in eine Molekularbewegung und diese in eine Massenbewegung, bei welcher die Summe einer außerordentlich großen Anzahl äußerst kleiner Kräfte wirksam ist.

Wenn ein Thier Nahrungsmittel genossen hat, so findet eine mit Atombewegung verbundene Stoffumwandlung statt. Die darin enthaltene Kraft wird übergeführt auf die Muskeln des Thieres und dann durch den von den Nerven geleiteten Willen zur Erscheinung gebracht. Auch hier hat sich eine ungeheuer große Anzahl von sehr kleinen Kräften zu einer großen Gesammtkraft summirt, und wenn ein Pferd einen Wagen zieht, so ist es gar nicht so sehr thöricht, wenn wir behaupten, daß die ursprüngliche Kraft dafür in dem Hafer, Wasser, Heu und der Luft, welche das Pferd als Nahrungsmittel verzehrt hat, enthalten ist.

Die Verrichtungen im thierischen Körper sind in der That vergleichbar mit denen einer in Thätigkeit gesetzten Maschine: die **Herzmuskeln** arbeiten wie die Kräfte an einer Saug- und Druckpumpe, um den Blutlauf zu erzeugen; der **Lungenapparat** ist eine Ventilationsvorrichtung für den Zu- und Abgang von Gasen; die **Heizung** des thierischen Körpers geschieht zufolge einer Verbrennung des eingeathmeten Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und durch den Chemismus oder Stoffwechsel der genossenen Nahrungsmittel; die Heizung der Maschine auch durch atmosphärische Luft und durch das Brennmaterial;

in beiden Fällen wird die Atombewegung übergetragen und zu einer Spannkraft umgewandelt, die bei den thierischen Körpern in den Muskeln, bei den Dampfmaschinen in den Dämpfen ihren Sitz hat; in beiden Fällen wird die freigemachte Spannkraft zur Bewegung von Massen verwendet, bei jenen der Gliedmaßen, bei diesen der Maschinentheile, welche beide den Hebelgesetzen unterliegen. In beiden Fällen gibt es unbrauchbare Abfälle: Excremente, Asche, Schlacken. Das Thier nützt sich ab wie die Maschine bis zur Unbrauchbarkeit, nur daß jenes durch den Stoffwechsel, welcher das Ganze durchdringt, nicht etwa blos seine äußere Bekleidung (Haare, Haut, Geweihe), sondern sogar seinen ganzen Körper während einer gewissen Zeit erneuert, wobei aber das Bewußtsein bleibt und durch neue Erfahrungen und geistige Arbeit erweitert wird.

Viel geheimnißvoller aber ist der Zusammenhang von Erscheinungen, welche nur wenig oder gar keine Verwandtschaft miteinander zu haben scheinen, wie Elektrizität, Magnetismus, Wärme, Schall und auch Chemismus; dessen ungeachtet aber theils bei der unmittelbaren Berührung, theils auf die Entfernung ineinander verwandelt werden können oder einander wenigstens beeinflußen.

Zu allen diesen Schwierigkeiten bei der Naturforschung tritt noch der Umstand, daß wir uns auf das Zeugniß unserer Sinne nicht stets verlassen können, denn wir verwechseln nicht selten Ruhe und Bewegung. Ist z. B. ein Eisenbahnzug, in welchem wir uns befinden, in Ruhe und fährt ein anderer dicht an uns vorüber, so daß es uns an einem Hintergrunde zur Vergleichung der Ortsverhältnisse fehlt; so glauben wir selbst in Bewegung zu sein, während der andere Zug zu stehen scheint. — Zu welchem religiösen Hader, zu welchen Verfolgungen, Mißhandlungen, ja, unerhörten Grausamkeiten hat nicht die Verschiedenheit der Ansichten über die Bewegung und Ruhe der Weltkörper Veranlassung gegeben? — Es ist leicht möglich, daß wir Anziehung und Abstoßung nicht richtig beurtheilen. Es kann nämlich scheinen, als ob ein Körper a von einem anderen b abgestoßen würde, während er doch nur von einem dritten c auf der entgegengesetzten Seite mehr angezogen wird als von b.

Bei der Schwierigkeit der Behandlung unseres Stoffes, bei seinem überwältigenden Reichthume und der Verschiedenheit der Gesichtspunkte in seiner Behandlung war nichts nothweniger, als daß durch Arbeitstheilung verschiedene Zweige der Alles umfassenden Naturwissenschaft gebildet und gepflegt wurden. Daher haben wir

die Astronomie, welche die Weltkörper und ihre Bewegungen untersucht;

die Naturbeschreibung mit ihren Unterabtheilungen der Mineralogie, Botanik, Zoologie, durch die wir die irdischen, ohne unser Zuthun vorhandenen Körper nach ihren äußeren Merkmalen kennen lernen; ferner

die Krystallographie und Anatomie, deren Zweck es ist, den Bau und das Gerüst einerseits der unorganischen, andererseits der organisirten Körper kennen zu lernen;

die Chemie, welche die Stoffe, aus denen die Körper zusammengesetzt sind, untersucht, wobei sie aber nicht blos zerlegt (analytische Ch.), sondern auch zusammensetzt (synthetische Ch.); sodann

die Physiologie, durch welche bei Pflanzen und Thieren die innere Thätigkeit der verschiedenen Werkzeuge (Organe) der Ernährung, Erhaltung, Wiedererzeugung als Grund für die äußeren Erscheinungsweisen untersucht wird, und endlich

die Physik, welche die äußeren, unter bestimmten Bedingungen stets in gleicher Weise wiederkehrenden Veränderungen (Zustände, Erscheinungen) der ganzen irdischen und überirdischen Körperwelt untersucht, den äußeren Zusammenhang derselben und die Gesetze ermittelt, nach denen sie erfolgen. Sie umfaßt also insofern die meisten der obigen Zweige, als sie die Kräfte und deren gesetzmäßige Wirkung ermittelt, durch welche alle Erscheinungen in der irdischen und überirdischen Welt eintreten.

In Beziehung auf die Zusammensetzung der ganzen Erdrinde und die Beschaffenheit ihrer Oberfläche haben wir aber noch die Geognosie und die physische Geographie und, insofern wir ihre geschichtliche Entwickelung untersuchen, noch die Geologie.

Aus dieser Darstellung geht hervor, daß eine vollendete Kosmogenie oder eine völlig naturgetreue geschichtliche Darstellung der Entwickelung des Weltganzen nach allen seinen Beziehungen eigentlich erst dann gegeben werden könnte, wenn alle diese Wissenschaften schon auf ihrem Höhepunkte angelangt wären. Obwohl nun dieses lange noch nicht der Fall ist, so liegt es doch in dem Drange des menschlichen Geistes nach Licht, dazu einen Versuch zu machen, um ihn später noch weiter auszubauen und Einzelnes dann zu verwerfen, wenn die Grundlage, auf welcher es jetzt errichtet worden ist, sich später als trügerisch erweisen sollte. So nur kann eine Kosmogenie entstehen, welche, frei von blos philosophischen Träumen oder den Nebelgebilden

eines aberwitzigen Glaubens, weit davon entfernt ist, ein bloßes Phantasiegebilde zu sein.

Man kann in Betreff des Bauplanes für unser Werk zweifelhaft sein, ob es angemessen ist in analytischer Weise, von einer Zergliederung des jetzt Bestehenden ausgehend, rückwärts zu dem Ausgangspunkte für das Gewordene zu gelangen, oder ob es naturgemäßer ist, wenn wir in synthetischer Weise den weltengeschichtlichen Gang verfolgen und zeigen, wie die Stoffe im unendlichen Weltraume zu Weltkörpern, dann zu Weltkörpersystemen niederer und höherer Ordnungen sich gestalteten, wie von den einzelnen Weltkörpern jeder als Ganzes sich entwickelte, wie auf ihnen organisches Leben entstand und nach und nach zu höherer Vollkommenheit gelangte, wie Alles in der Welt einem ewigen Wechsel unterworfen ist, ohne daß der von Ewigkeit her vorhandene Stoff vermindert oder vermehrt wird, wie alle dabei wirksamen Kräfte in einer einzigen gipfeln, welche nie altert, nie abnimmt, sondern den wunderbaren Wechsel von Ewigkeit her erhalten hat und in Ewigkeit erhalten wird. Wir werden den letzten Weg einschlagen und zunächst nur eine flüchtige Umschau derjenigen Kräfte vornehmen, welche in unseren Erscheinungen sich wirksam zeigen, ohne uns vorläufig darum zu kümmern, ob diese Kräfte den Körpern selbst innewohnen (ob die Körper sebstthätig, aktiv sind) oder ob die Körper durch eine außerhalb ihnen liegende Kraft dazu getrieben werden (ob sie selbst passiv sind).

Von den Kräften.

Wenn ein Körper seine Beschaffenheit, die Gestalt oder seinen auf Ruhe und Bewegung sich beziehenden Zustand ändert; so sind dieses die Folgen der Einwirkung einer Kraft.

Werden auf einen ruhigen Wasserspiegel nicht allzu weit voneinander zwei Holzstückchen gelegt, so schwimmen sie bald zu einander. Je größer das eine im Vergleiche zu dem andern ist, desto größer ist auch das Bestreben der Annäherung des kleinen; überhaupt aber steht die Kraft bei bestimmter Entfernung im graden Verhältnisse zur Masse oder zu dem dieselbe bestimmenden Gewichte. — Legt man aber ein bestimmtes kleines Stück in verschiedene Entfernungen von einem gewissen großen, so wird jenes um so langsamer in Bewegung gesetzt, je entfernter es liegt; überhaupt nimmt bei bestimmten Massen die Kraft ab, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen, d. h. in der 2fachen

Entfernung ist sie nur $1/4$, in der 3fachen nur $1/9$, in der 4fachen nur $1/16$ u. s. w. von der Kraft in der einfachen Entfernung.

Wird eine Bleikugel, ein Loth, an einem Faden über einer weiten Ebene aufgehängt, so bildet der Faden mit allen horizontalen Linien rechte Winkel und zeigt mit seiner Verlängerung grade nach dem Scheitelpunkte des Ortes; wenn das Loth aber in der Nähe einer großen Felsenmasse oder eines einzelnen Berges ruhig hängt, so besitzt der Faden eine schiefe Lage gegen den Horizont, weil der Pendelkörper der großen Masse sich genähert hat. Kein dazwischen gebrachter Körper, z. B. eine Glas- oder Holzscheibe, vermag eine Aenderung darin hervorzubringen.

Wenn ein Pendel von gewisser Länge über einer freien Ebene schwingt, so macht es in einer gewissen Zeit eine bestimmte Anzahl von Schwingungen; läßt man es aber in der Nähe einer größeren ruhenden Masse schwingen, so gelangt es um so eher zur Ruhe, je schwerer und je näher die Masse ist, und zwar stets unter Festhaltung des oben angeführten Gesetzes. — Ist das Pendel in Ruhe, die größere Masse aber in schwingender Bewegung, so geräth jenes, wenn es auch völlig abgeschieden ist, um so eher auch in schwingende Bewegung, je gewichtiger und näher die Masse ist. Also die anziehende Kraft zeigt sich auch während der Bewegung ebenso gesetzmäßig und wir erkennen überhaupt, daß Ruhe und Bewegung einander aufzuheben suchen, da Ruhe eines Körpers wieder Ruhe, Bewegung wieder Bewegung in einem anderen zu erzeugen sucht.

Wir nennen die Kraft, welche sich in dem Bestreben aller irdischen und überirdischen Körper äußert sich zu einem Ganzen zu verbinden, also einander näher zu kommen, wenn sie von einander getrennt sind, die Gravitation oder Schwere der Körper. (Das Gewicht ist der Druck, welchen ein Körper ausübt, wenn man ihn hindert zu dem anderen zu gelangen; es wird also für einen bestimmten Körper in der Nähe verschiedener Weltkörper verschieden sein. Unser Pfund z. B. ist am Monde etwa 5 Loth, an der Sonne 27 Pfunde. Zufolge des Gravitationsgesetzes sind auch die Räume, durch welche ein Körper in einer bestimmten Zeit an den verschiedenen Weltkörpern fällt, ungleich.)

Wenn ein flüssiger Körper bei der Berührung mit einem festen oder anderen flüssigen in diesen eindringt und mit ihm einen kleineren Raum einnimmt, als beide zusammen vorher einnahmen; wenn zwei Körper bei ihrer Berührung einander um so besser festzuhalten suchen, in je mehr Punkten die Berührung stattfindet; wenn endlich die Massen-

theilchen eines einzelnen Körpers in einem gewissen Grade zusammenhängen, so daß sie jeder Trennung einen Widerstand entgegensetzen: so ist in diesen verschiedenen Erscheinungen eigentlich nur der Ausfluß einer Kraft zu erkennen, welche das Bestreben hat, allen Stoff zu einigen und in den möglich kleinsten Raum zu bringen. Da die Kugel unter allen Körperformen diejenige ist, welche bei dem möglich größten Rauminhalte die möglich kleinste Umgränzung oder Oberfläche besitzt; so nehmen auch die Körper, deren Stoffe flüssig sind, die Kugelgestalt an, wenn sie durch die Kräfte anderer benachbarter Körper daran nicht verhindert werden. Wir erkennen daher die Weltkörper als Tropfen im unendlichen Weltraume; bei den irdischen Körpern ist die Tropfenbildung je nach den Umständen mehr oder weniger vollkommen. (Wasser auf einer reinen oder feinbestaubten Fläche, Quecksilber auf Gold oder Eisen.)

Für die obigen Kraftäußerungen pflegt man noch verschiedene Bezeichnungsweisen anzuführen: Verschluckung (Absorption), Haarröhrchenanziehung (Kapillaranziehung), Anhängungskraft (Adhäsion), Zusammenhängungskraft (Kohäsion).

Kein Körper nimmt vonselbst, d. h. ohne irgend eine äußere Einwirkung einen kleineren Raum ein, er mag aus einem Elementarstoffe (Eisen) bestehen oder ein zusammengesetzter Körper (Wasser) sein, denn sonst würde eine Kraft sich selbst erzeugen, was unmöglich ist. Geschieht aber eine Raumverengung ohne Stoffverminderung, so tritt in ihm eine um so höhere Temperatur ein, je kleiner der Raum in einer gewissen Zeit wird. Man kann z. B. mittelst einer kleinen Menge atmosphärischer Luft sehr leicht einen Schwamm anzünden, wenn man die abgesperrte Luft auf etwa $^1/_5$ ihres früheren Raumes zusammendrückt (das pneumatische oder Luftfeuerzeug). Den Grund davon werden wir im vierten Theile anführen, fürjetzt begnügen wir uns mit der Thatsache.

Es zeigt sich aber eine Erhöhung der Wärme nicht blos, wie hier, wenn die Raumverminderung durch eine vonaußen wirkende Kraft hervorgebracht wird, sondern auch, wenn sie durch die Vereinigung der Molekel und Atome verschiedener Stoffe, welche Gemenge oder chemische Verbindungen bilden, erzeugt worden ist. Eine Verbindung z. B. von gleichen Raumtheilen Wasser und Alkohol erwärmt sich nur wenig, weil die Raumverengung nur etwa $^1/_{30}$ des Ganzen beträgt; Wasser und konzentrirte Schwefelsäure aber erhitzen sich bei ihrer Verbindung ziemlich bedeutend. Je inniger und schneller eine Verbindung vorsichgeht,

desto größer wird die Wärme, so daß nicht selten Selbstentzündungen entstehen, also auch Licht erzeugt wird.

Wir halten demnach an der wichtigen Thatsache fest, daß in der Natur ein allgemeines Streben vorhanden ist, die Stoffe zu einigen, sie in den möglich kleinsten Raum zu drängen und daß mit der Raumverminderung eine Temperaturerhöhung verknüpft ist.

Es gibt aber noch andere Wirkungsweisen der in der Natur unabläßig thätigen Kräfte.

Es ist allbekannt, daß ein einzelner Körper seinen auf Ruhe und Bewegung sich beziehenden Zustand vonselbst nicht verändert: ist er in Ruhe, so will er in Ruhe bleiben, und es bedarf erst der Einwirkung einer Kraft, um ihn in Bewegung zu versetzen; ist er aber in Bewegung, so will er auch in alle Ewigkeit in Bewegung bleiben, und es bedarf wieder erst einer Kraft, um ihn in den Ruhestand zu bringen. Eine auf einer sehr glatten Ebene hinrollende Kugel geräth erst durch das Entgegenwirken zweier Kräfte, des Widerstandes der Luft und der Reibung an der Ebene, allmählig in Ruhe. Das Widerstreben eines Körpers gegen die Veränderung seines Zustandes in Beziehung auf Ruhe und Bewegung heißt sein Beharrungsvermögen.

Die Größe der Kräfte können wir nur nach ihren Leistungen oder aus den von ihnen auf Massen hervorgebrachten Wirkungen beurtheilen: sie bringen ruhende Massen in Bewegung und bewegte in Ruhe. Je größer die in Bewegung gesetzte oder bei einer bestimmten Geschwindigkeit zur Ruhe gebrachte Masse ist, desto größer ist auch in demselben Verhältnisse die Kraft. In gleicher Weise verhält es sich bei einer bestimmten Masse mit der ihr ertheilten oder der bei ihr aufgehobenen Geschwindigkeit. Demnach erscheint also irgend eine Kraft als in ungeschwächter Weise übergetragen auf eine Masse und die ihr zukommende Geschwindigkeit oder verwandelt in ein Produkt aus Masse und Geschwindigkeit. Gibt die eine von zwei Kräften einer doppelten Masse die dreifache Geschwindigkeit, so ist sie sechsmal größer als die andere.

Der durch eine Kraft hervorgebrachte Erfolg hängt aber nicht blos von der Größe, sondern auch von der Zeitdauer ihrer Einwirkung ab: sie kann entweder blos in einem untheilbaren Zeitaugenblicke oder ununterbrochen wirksam gedacht werden (momentan oder stetig wirken), und in dem letzteren Falle kann der Grad ihrer Einwirkung fortwährend

derselbe bleiben oder sich ändern, und zwar gleichmäßig oder ungleichmäßig wachsen oder abnehmen.

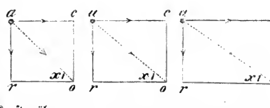
Wenn blos eine Kraft und auch nur momentan auf einen Körper einwirkt, so erhält er dadurch, falls es eine andere Kraft nicht verhindert, eine fortwährend gleichmäßige Bewegung oder er legt nach dem Beharrungsvermögen in gleichen Zeiten stets gleiche Wege zurück. In allen übrigen Fällen ist die Bewegung eine ungleichmäßige.

Wirken auf einen Körper auch nur zwei Kräfte ein, so sind doch schon nach dem Gesagten eine Menge verschiedener Fälle denkbar. Wir wollen für unsere Zwecke nur einzelne hervorheben und sie in ganz einfacher Weise erläutern. Für die folgende Darstellung wollen wir als Maß von den Kräften grade Linien annehmen, welche den Weg bedeuten, durch den eine Kraft einen Körper von bestimmter Masse in einer bestimmten Zeit zu bewegen fähig ist.

Nehmen wir an, daß z. B. eine in a (Fig 1) befindliche Billardkugel von bestimmtem Gewichte durch zwei genau gleichzeitige Stöße in Bewegung gesetzt wird und daß der eine sie in einer gewissen Zeit bis c, der andere in derselben Zeit bis r triebe; so würde sie keiner der beiden einzelnen Kräfte folgen und dennoch beiden genügen. Wenn nämlich die Linien r o und a c, sowie c o und a r gleichlaufend (parallel) sind, so schlägt die Kugel den dazwischen liegenden Diagonalweg a o ein und befindet sich am Ende dieser Zeit in o; sie ist also durch die erste Kraft um den Weg r o gleich a c von der Linie a r und durch die zweite Kraft um den Weg c o gleich a r von der a c weggetrieben worden und hat sich in der That, indem sie die Punkte der Linie a o zurücklegt, einer jeden der beiden Kräfte in jedem Augenblicke gefügt.

Wenn nun die erste Kraft wüchse, wie die folgenden zwei Zeichnungen durch die längeren Wege andeuten; so würde die Kugel auch mehr und mehr ihrem Antriebe folgen oder ihre Bahn sich der Richtung der größeren Kraft nähern.

1.



Wir können u. a. annehmen, daß die Kraft, deren Maß durch die a r dargestellt ist, das bestimmte Gewicht oder den Druck bedeutet, mit welcher sie lothrecht durch a r in einer bestimmten Zeit zu fallen strebt,

und daß ac das Maß einer horizontal wirkenden aber wachsenden Kraft darstellt, wie es die drei Zeichnungen andeuten. In diesem Falle wird die als Ergebniß hervorgehende Diagonalkraft ao einen um so kleineren Winkel x mit dem Horizonte ro bilden, je größer die zweite Kraft ist. Das Gewicht der Kugel oder eines jeden anderen Körpers wird also einen um so geringeren Druck auf eine horizontale Unterlage ausüben, je schneller der Körper sich horizontal bewegt.

Wenn daher z. B. schwerfällige Vögel (Trappen) auffliegen wollen, so laufen sie mit ausgebreiteten Flügeln zuerst möglichst rasch vorwärts, um ihr Gewicht, welches sie an die Erde fesselt, gewissermaßen zu vermindern. — Oder: ein Schlittschuhläufer wird um so gefahrloser über dünnes Eis hinwegkommen, je schneller er dahingleitet. — Ein Eisenbahnzug kann durch einen von der Seite lothrecht auf ihn treffenden Sturm um so eher umgeworfen werden, je schneller er dahineilt.

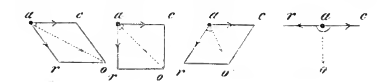
Wir können uns nach diesen Vorgängen leicht den Fall denken, daß das Gewicht eines Körpers durch eine zweite Kraft völlig aufgehoben wird.

Wenn ferner der Winkel, unter welchem zwei bestimmte, durch ac und ar (Fig. 2) dargestellte Seitenkräfte auf eine in a gedachte Kugel genau in demselben Augenblicke einwirken, wächst, wie es die auf einander folgenden Fälle der Zeichnung darstellen; so wird die als Erfolg sich ergebende und durch die Diagonale ao dargestellte dritte resultirende Kraft abnehmen.

Sind die beiden Seitenkräfte einander gleich, und wirken sie einander gradlinig entgegen, wie der vierte Fall anzeigt, so heben sie einander auf und der Körper a bleibt in Ruhe, wenn er ursprünglich im Zustande der Ruhe war.

Wirkten aber auf einen schon in Bewegung begriffenen Körper zwei Kräfte nach entgegengesetzten Richtungen in dem Augenblicke ein, in welchem er sich in a befindet; so würde er nicht in Ruhe bleiben,

2.



sondern er müßte nach dem Beharrungsgesetze die Bewegung weiter fortsetzen und zwar unter gleichen, also hier rechten Winkeln, gegen

gleiche Seitenkräfte. Wären aber diese Kräfte unter derselben Bedingung ungleich, so würde er mehr der Richtung der größeren Kraft folgen.

Dieser Fall ist für die künftigen Untersuchungen besonders wichtig, aber wir müssen, ehe wir an ihn eine für die Bewegung der Weltkörper folgenreiche Anwendung knüpfen, noch die Entstehung einer neuen und gewissermaßen recht geheimnißvollen Kraft kennen lernen.

Es ist nämlich höchst merkwürdig, daß in einem Körper, welcher gezwungen wird in einer krummen Bahn sich zu bewegen, sofort eine neue Kraft auftritt, welche ihn in der Verlängerung der graden Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkte der Bewegung und ihm selbst weiter fortzutreiben strebt. Wir wollen diese Kraft seine Fliehkraft nennen.

Wenn man z. B. an einem Faden einen Körper im Kreise um seinen Mittelpunkt bewegt, so spannt die Fliehkraft in jedem Punkte der Bahn des Körpers den Faden zu einer graden Linie aus (spannende Kraft), wirkt also in der That in der graden Verlängerung der Verbindungslinie zwischen diesem Mittelpunkte und dem Körper, während die im Mittelpunkte selbst wirksame Kraft den Körper durch den Zusammenhang des Fadens dahin zurückzieht, also eine Zentralkraft oder Mittelpunktskraft ist.

Es ist aber zur Entstehung der Fliehkraft nicht durchaus nothwendig, daß der Körper durch ein festes Band mit dem Mittelpunkte der Bewegung verknüpft ist. Stellen wir z. B. ein Glas mit Wasser auf einen etwas breiten Faßbinderreifen und bringen wir diesen, indem wir vorsichtig mit Schwingungen beginnen, endlich um seinen obersten Punkt in eine kreisförmige Bewegung; so wird das Wasser in jeder Lage des Glases durch die Fliehkraft nach seinem Boden hingetrieben, fließt also auch dann nicht aus, selbst wenn das Glas den Boden oben hat. — In noch auffallenderer Weise haftet der Kunstreiter bei dem sogenannten Lendenritte an der Hüfte der nach dem Mittelpunkte der Bahn gekehrten Seite des Pferdes ohne herabzugleiten, was sicher geschehen würde, wenn das Pferd still stände oder nicht schnell genug im Kreise sich bewegte. Je gewichtiger der Reiter ist, desto schneller muß das Pferd laufen, damit er nicht herabfalle, denn die Fliehkraft, welche er erlangt, ist im graden Verhältnisse abhängig von seiner Masse (Gewicht) und Geschwindigkeit oder ist ein Produkt aus seiner Masse und seiner Geschwindigkeit.

Dieses Gesetz der Abhängigkeit läßt sich leicht erkennen. Wird

z. B. von zwei gleichgewichtigen Kugeln an Fäden von gleicher Länge die zweite in einer Sekunde zweimal im Kreise geschwungen, die erste nur einmal; oder ist der Faden der zweiten Kugel bei gleicher Drehungszeit doppelt so lang; oder hat die zweite Kugel bei gleicher Fadenlänge und Drehungszeit das doppelte Gewicht: so ist die Fliehkraft der zweiten Kugel die doppelte gegen die der ersten. Dieses zeigt sich zwar schon oberflächlich, wenn man die Kugeln an irgend einem bestimmten Punkte der Bahn losläßt, sicherer aber noch durch besondere Drehungsvorrichtungen erkennen, bei welchen die sich drehenden Massen gewisse angehängte Gewichte im Gleichgewichte zu halten veranlaßt werden.

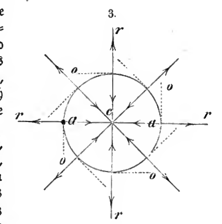
Dieselbe Kraft tritt endlich auf bei der freien Bewegung der Weltkörper um einen Zentralkörper. Hier wirkt als Zentralkraft die Gravitation, d. h. das Bestreben der kleinen Masse nach dem Schwerpunkte der größeren sich zu bewegen.

Läßt man den an einem Faden im Kreise geschwungenen Körper in irgend einem Augenblicke los, so setzt er die Kreisbahn von da an nicht weiter fort, sondern verfolgt die zu ihr durch diesen Punkt gelegte Berührungslinie oder Tangente.

Aus der Zentralkraft und der Fliehkraft bildet sich also in jedem Augenblicke der Bewegung als Ergebniß der Zusammensetzung eine neue Kraft, welche den Körper ununterbrochen in der graden Berührungslinie (Tangente) desjenigen Punktes seiner krummlinigen Bahn forttreiben will, die durch den Punkt gelegt ist, worin der Körper sich grade befindet. Diese zusammengesetzte Kraft heißt daher auch Tangentialkraft. Jeder frei im Weltraume schwebende und in einer freien Bahn um einen Zentralkörper sich bewegende Weltkörper folgt in jedem Augenblicke dieser durch Zusammensetzung zweier Kräfte entstandenen Tangentialkraft, welche ebenfalls ein Produkt aus der Masse des betreffenden Körpers und seiner Geschwindigkeit ist.

Wenn man z. B. auf einem Billarde eine Kugel an einem Faden gleichmäßig im Kreise schwingt, so wird ihre Fliehkraft in allen Punkten der Bahn vom Mittelpunkte aus im Gleichgewichte erhalten und die Kugel kann beim Loslassen nicht in der Verlängerung des von ihr gespannten Fadens folgen, sondern sie muß in der Tangente desjenigen Punktes der Kreisbahn sich fortbewegen, in welchem man sie losläßt. — Ist der Kreis auf dem Horizonte lothrecht und läßt man einen so geschwungenen Körper in einem der Endpunkte des horizontalen Durchmessers los, so entfernt er sich lothrecht; aber auch in allen anderen

Punkten der Bahn bildet die Richtung seiner Bewegung anfangs mit der Zentralkraft und Fliehkraft rechte Winkel. Nur das Bestreben zur Erde zu gelangen, bringt in den letzteren Fällen nach dem Loslassen des Körpers eine Krümmung der Bahn hervor.



Bleiben die beiden Kräfte, die Zentralkraft und die Fliehkraft, unveränderte und dabei in allen Punkten der freien Bahn eines Körpers einander gleich, so muß die Bahn ein Kreis werden, wie es Fig. 3 andeutet, wobei die Linien a c die Zentralkraft a r die Fliehkraft und a o die Tangentialkraft nach ihren Richtungen in den einzelnen Punkten bedeuten. Ist der Körper a in Bewegung begriffen, während die beiden gleichen Kräfte in jedem Augenblicke auf ihn nach entgegengesetzten Richtungen einwirken, so muß er nach dem Beharrungsvermögen die Bewegung weiter fortsetzen und zwar unter gleichen, hier rechten Winkeln gegen die gleichen Seitenkräfte, aber unter ungleichen Winkeln, wenn die beiden zusammensetzenden Kräfte ungleich sind. In dem letzten Falle liegt seine Bahn näher an der verlängerten Richtung, in welcher die größere Kraft wird.

Es ist entschieden falsch, die Tangentialkraft als Fliehkraft zu bezeichnen und zu sagen, daß die Kugel, welche man um einen Punkt im Kreise schwingt, beim Loslassen der Fliehkraft folgt; sie folgt vielmehr stets der aus Zentral- und Fliehkraft zusammengesetzten Tangentialkraft.*)

Noch eine andere und für unsere künftigen Betrachtungen äußerst wichtige Verbindung zweier Kräfte zeigt sich in der Axendrehung.

Wenn ein fester Körper um eine feststehende, durch ihn gehende grade Linie als Axe drehbar ist und man läßt eine hinreichend starke Kraft auf eine Stelle in einer anderen Richtung als grade nach der

*) Es ist mir unbegreiflich, daß grade dieser Zusammenhang der Kräfte, welchen ich schon in der ersten Auflage meines Grundrisses der Physik aufgestellt hatte, in vielen Schriften noch vollständig verkannt wird. Aber auch schon Piazzi sagt in seiner Astronomie bei Besprechung der Saturnringe sehr richtig, daß beide Kräfte die Gravitation gegen den Planeten und die ihr entgegenwirkende Fliehkraft „vereinigt" die Drehung bewirken.

Axe hin einwirken, wie z. B. das Wasser eines Flusses auf die Schaufeln eines um eine Axe drehbaren Wasserrades; so erfolgt eine Drehung des Körpers um jene Linie, wobei alle Punkte desselben in gleicher Zeit Kreisbahnen beschreiben, jeder um einen gewissen Punkt in der Axe.

Ist der Körper eine Kugel und geht die Axe durch ihren Mittelpunkt, so bewegen sich die Punkte der Kugeloberfläche, welche von der Axe und ihren Endpunkten, den Polen, am weitesten entfernt sind, in dem Umfange (der Peripherie) des größten Kreises, dem Aequator, und besitzen die größte Geschwindigkeit.

Die Axendrehung erscheint also hier als das Ergebniß zweier Kräfte: des Zusammenhanges oder der Kohäsion der Massentheilchen mit der Axe und einer anderen, nicht grade gegen die Axe hin wirkenden Kraft, einer Tangentialkraft. Die Kohäsion kann aber ersetzt werden durch die Gravitation aller Massentheile nach dem Schwerpunkte des Körpers selbst, und der excentrische oder Seitenstoß durch die Gravitation zu einem anderen seitwärts befindlichen Körper.

Ist die Axendrehung eingeleitet, so setzt sie sich, wenn nicht andere Kräfte hindernd einwirken, nach dem Beharrungsgesetze auch unaufhörlich fort, indem jedes Körpertheilchen der Tangentialkraft um so mehr folgen will, je massiger es ist und je schneller es sich bewegt. Die so in die Erscheinung tretende Kraft nennen wir Rotationskraft oder auch Schwungkraft. Ihre Größe ist also auch im graden Verhältnisse abhängig von der Masse und der Geschwindigkeit. Jedes Körpertheilchen schlägt, indem es auf einer Kreisperipherie sich bewegt, in jedem Augenblicke einen Weg zwischen der Tangential- und Zentralkraft ein.

Diese Rotationskraft ist es, welche im Maschinenwesen den Schwungrädern eine so bedeutende Rolle zuertheilt. Je mehr Masse sie an ihrem Umfange haben und je schneller sie sich drehen, desto größer ist ihr Bestreben, mit einer gewissen Kraft eine gewisse gleichmäßige Geschwindigkeit selbst beizubehalten und auch an den mit ihnen verbundenen Maschinentheilen zu erhalten. Erleichtert man den Umfang eines Schwungrades etwa durch das Abnehmen angehängter Gewichte, so vermindert sich unter übrigens gleichen Umständen die Rotationskraft, und seine Geschwindigkeit würde abnehmen, wenn es sich nur mit der ihm allein noch innewohnenden Kraft weiter fortbewegte.

Mit der Axendrehung eines Körpers sind zunächst vier Erscheinungen verknüpft:

1. bei hinreichend schneller Drehung und einer von der Axe aus nach allen Richtungen in jedem Drehungskreise gleicher Massenvertheilung

wird die Axe eine freie, d. h. sie und überhaupt der ganze Körper braucht im freien Raume nicht mehr getragen zu werden, damit der Körper der Gravitation zu einem anderen Körper nicht mehr folge oder falle, d. h. der Körper verliert gewissermaßen sein ganzes Gewicht. In der Nähe eines anderen gewaltigeren Körpers, z. B. der Erde, bedarf die Axe allerdings noch eines einzelnen Stützpunktes, selbst wenn es auch nur einer ihrer Endpunkte ist.

Wenn eine Scheibe aus einem schweren Metalle, welcher man zur Vergrößerung ihrer Rotationskraft ziemlich viel Masse an ihrem Umfange gibt, um die horizontal gehaltene Axe hinreichend schnell gedreht wird; so schwebt sie in dieser Lage frei, wenn auch nur das eine Ende der Axe eine Stütze hat, z. B. in der Schleife eines Fadens liegt. Diese Erscheinung macht in der That einen überraschenden Eindruck, ist aber nicht schwer zu erklären.

Jeder Punkt der Axe ist nämlich der Schwerpunkt von jedem solchen Paare stofflicher Punkte, welche gleich weit von ihr in derselben Ebene und in derselben graden Richtung mit ihm liegen. Da nun die beiden Kräfte eines jeden Paares von solchen Punkten während der Drehung einander entgegengesetzt wirken und bei gleicher Masse und gleicher Geschwindigkeit einander gleich sind, so halten sie diesen mit ihnen fest verbundenen Schwerpunkt für sich im Gleichgewichte oder tragen ihn frei, ohne daß die Schwere auf ihn einwirken kann, wenn nur die Rotationskraft eines jeden materiellen Punktes die Schwerkraft desselben aufhebt oder übertrifft. Die bei der Drehung z. B. abwärts nach dem Horizonte gerichteten Kräfte werden durch ebenso große ihnen entgegengesetzte und aufwärts gerichtete aufgehoben.

2. Die Drehungsaxe erhält dabei aber auch eine feste Lage, d. h. sie zeigt ein Widerstreben gegen jede Veränderung ihrer einmal angenommenen Lage. Sie gibt dieselbe um so weniger auf, je größer die Rotationskraft des ganzen Körpers ist, je größer also die ganze Masse desselben und je mehr sie von der Axe entfernt und je größer die Drehungsgeschwindigkeit ist. Jeder materielle Punkt will nämlich bei der Drehung seine Richtung in seiner eigenen Drehungsebene nach dem Beharrungsvermögen festhalten und widerstrebt jeder Kraft, welche sie ändern will, mit seiner ganzen Rotationskraft. Bei einem festen Körper wird also jeder Punkt der Axe, mithin auch die ganze Axe mit den Schwerpunkten aller Punktepaare, welche gleichweit von ihr entfernt sind, in unverrückter Lage erhalten. Man kann aus diesem Grunde den sich drehenden Körper wohl in der Lage der Axe oder auch so, daß

diese sich selbst parallel bleibt, hin und her bewegen, ohne eine andere Kraft, als die des Gewichtes zu überwinden; aber er widerstrebt jeder anderen Bewegung noch mit der ganzen dazukommenden Rotationskraft, welche eine Summe aus den Produkten der Gewichte aller materiellen Punkte und ihrer Geschwindigkeit ist, und unter Umständen sehr bedeutend sein kann. — Weiß man nicht, daß in einem Kästchen eine solche sich recht leise drehende Vorrichtung eingeschlossen ist, so erstaunt man in der That darüber, daß das Kästchen sich nach jeder beliebigen Richtung nicht mit gleicher Leichtigkeit umwenden läßt.

3. Dreht sich ein kugelförmiger Körper, welcher entweder aus flüssigen oder aus leicht verschiebbaren Bestandtheilen zusammengesetzt ist, um eine durch seinen Mittelpunkt gehende, feststehende grade Linie, als Axe, so verliert er die Kugelform. Je mehr nämlich die Punkte des Körpers von der Drehungsaxe entfernt sind, ein desto größeres Bestreben haben sie auch von ihr während der Drehung sich zu entfernen und zwar jeder so weit, bis seine Fliehkraft durch die Zentralkraft im Gleichgewichte erhalten wird.

Die Zentralkraft ist bei flüssigen und bei weichen Körpern die Kohäsion, bei lose nebeneinander im freien Weltraume vorhandenen Bestandtheilen das Bestreben, nach dem Mittelpunkte der anziehenden Kräfte hin sich zu begeben, oder die Gravitation.

Es ist also klar, daß sich die Durchmesser der auf der Axe lothrechten Kreise um so mehr vergrößern müssen, je größer sie an sich sind oder je näher sie dem Mittelpunkte der Kugel liegen, und daß der Durchmesser des **Aequators**, welcher im Ruhezustande schon der größte war, jetzt auch der größte wird, während die Drehungsaxe sich verkürzt. Die Endpunkte der Axe oder die **Pole**, welche unter allen Punkten der Oberfläche dem Mittelpunkte am nächsten liegen, besitzen gar keine Fliehkraft, die des Aequators die größte, weshalb auch hier die Schwungkraft am größten ist. Wir haben jetzt nicht mehr eine Kugel, sondern eine abgeplattete Kugel, eine **Sphäroid**.

4. Bei hinreichend wachsender Drehungsgeschwindigkeit wird mit Vergrößerung der Abplattung zuerst für die Körpertheile am Aequator ein Zeitpunkt eintreten, in welchem sie der Tangentialkraft, welche fortwährend frei aufzutreten und sich aus den Banden der Zentral- und Fliehkraft zu erlösen strebt, wirklich folgen und sich von dem Sphäroid losreißen. Je größer der Zusammenhang (Kohäsion) der Massentheile ist, desto schneller muß, ehe eine solche Abschleuderung geschieht, die Axendrehung werden, aber desto mehr Theile von denen, welche zu

beiden Seiten des Aequators in dessen Nähe liegen, werden gleichzeitig mit fortgerissen, und desto weiter fort vom Mittelpunkte der Bewegung fliegt auch ein abgeschleuderter gewisser Theil.

Eigentlich sollte sich rings um den Aequator einer flüssigen Kugel ein Ring ablösen; dieses wird aber nur dann der Fall sein, wenn die Fliehkraft in allen gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte für die Massentheile gleich ist. Dieses ist bei einer bewegten Flüssigkeit, besonders wenn in ihr zufolge von Stoffverschiedenheiten chemische Thätigkeiten stattfinden, ein ungemein unwahrscheinlicher Zufall. Ueberdies wird jede unbedeutende Veranlassung vonaußen ebenfalls eine solche Störung hervorbringen müssen.

Die Neigung zu einer solchen Abschleuderung zeigt sich, wenn man eine hohle Glaskugel mit einwenig Flüssigkeit um eine durch ihre Mitte gehende lothrechte Axe schnell dreht. Die Flüssigkeit hebt sich dabei vom Boden der Kugel mit wachsender Drehungsgeschwindigkeit mehr und mehr nach dem Aequator, gibt also ihr Gewicht auf und bildet endlich einen zonenartigen, schwebenden Ring um denselben. Befinden sich in der Kugel Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewichte, z. B. Oel, Wasser, Quecksilber; so entfernt sich bei hinreichend schneller Drehung die schwerste am weitesten, weil ihre Fliehkraft am größten ist. — Solche Abschleuderungen sind im gewöhnlichen Leben so häufig, daß es nicht nothwendig erscheint, hier erst noch Beispiele anzuführen. Ein Versuch aber (von Plateau) hat eine gewisse Berühmtheit erlangt, weil er im Kleinen darstellt, was man im Großen bei den Weltkörpern wiederfindet. Wenn eine Oelkugel (z. B. von Knochenöl) in einem spezifisch ebenso schweren Gemische von Wasser und Alkohol um die kugelförmig verdickte Stelle eines Drahtes hängt und wenn man diesen um seine Axe in eine anfänglich langsame Drehung versetzt, so sieht man, wie die Oelkugel sich abplattet, wie diese Abplattung mit zunehmender Drehungsgeschwindigkeit wächst, und wie endlich sich ebenfalls drehende Kügelchen abgeschleudert werden.

Wenn ein flüssiger oder aus leicht beweglichen Bestandtheilen zusammengesetzter Körper als Ganzes im Ruhezustande die Gestalt einer **Hohlkugel** hätte, so würde daraus, wenn diese sich um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe schnell genug drehte, ein auf der Drehungsaxe lothrechter **Ring** werden, welcher um den Aequator der früheren Kugel frei schweben und dabei sich drehen würde. — Dieses läßt sich mit einem zwar massiven, aber so angebrachten Ringe, daß alle seine Theile bei der geringsten Schwankung der ihnen bei der Drehung zu-

kommenden Fliehkraft mit Rücksicht auf die Kohäsion leicht folgen können, sehr deutlich zeigen. Der Ring vertritt hier einen durch die Pole der Hohlkugel gehenden und aus ihr geschnittenen Streifen; was mit ihm stattfindet, gilt für jeden solchen Streifen, also auch für die ganze Hohlkugel mit nachgibigen Theilen. Hängt nämlich ein ringsum gleichmäßig dick gearbeiteter Ring (z. B. Trauring) aus einem festen Körper frei und ruhig an einem Faden (Schnur) und dreht man letzteren selbst blos zwischen zwei Fingern oder den Händen, so stellt er sich horizontal und dreht sich frei um die durch seinen Mittelpunkt gehende, mit der Verlängerung des Fadens zusammenfallende Axe. Hierbei können alle Massentheile des Ringes bei der geringsten Schwankung nach den Stellen hin sich bewegen, wo ihre Fliehkraft amgrößten ist. Während der Ring horizontal schwebt, halten in jedem seiner Theile die Fliehkraft und die Zentralkraft einander das Gleichgewicht.

Es ist wohl klar, daß ein lothrechter genau gearbeiteter Kreisring bei einer Drehung um seinen lothrechten Durchmesser sich dann nicht horizontal stellen würde, wenn bei vollkommen gleicher Massenvertheilung die Drehungsaxe wirklich in unverrückt lothrechter Lage bliebe; ebenso klar aber ist auch, daß ein um eine Axe frei sich drehender Ring eines tropfbar flüssigen Körpers bei der geringsten Störung des Gleichgewichtes an irgend einer Stelle seine Ringgestalt und Drehungsbewegung als Ring aufgeben würde.

Bei dieser Gelegenheit will ich eine, namentlich in früheren Zeiten oft aufgeworfene, niemals aber wissenschaftlich genügend beantwortete Frage schon hier einer vorläufigen Untersuchung unterziehen, indem ich mir vorbehalte, für die einzelnen Fälle noch besondere Beweisgründe anzuführen. Es ist die Frage, ob die Weltkörper Vollkugeln oder Hohlkugeln sind. Theorie und Beobachtung haben mich zu der Ueberzeugung geführt, daß alle Weltkörper, welche sich in einem glühend flüssigen Zustande befunden haben und eine selbstständige Axendrehung besitzen, Hohlkugeln sind, also unsere Sonne und die Planeten, nicht aber deren Monde.

Den ersten Grund für diese Behauptung entnehme ich aus der Natur der Wärme, die ich vonjeher (seit 40 Jahren) in meinen Vorträgen und Schriften*) als einen Schwingungszustand der Molekel eines Körpers dargestellt habe.

*) Gemeinschaftliche Prinzipien für die Erscheinungen des Schalles, des Lichtes, der Wärme, des Magnetismus und der Elektrizität. 1855.

Je wärmer ein Körper ist, desto größer ist die Anzahl der Schwingungen seiner Theile in einer gewissen Zeit und je mehr er sich dabei ausdehnt, desto weiter ist jede einzelne Schwingung (desto größer die Elongation). Durch Vermehrung der Anzahl und Vergrößerung der Weite der Schwingungen wird die Schwingungskraft oder die Stoßkraft eines jeden Theilchens vermehrt. Wenn nun ein feurigflüssiger Körper von anderen Körpern so unabhängig ist, daß er die Kugelgestalt annimmt, so werden die im Inneren befindlichen Stofftheilchen während ihrer Schwingungen einander um so stärker stoßen, je wärmer der Körper ist. Weil nun der Widerstand an der Außenfläche der Kugel am geringsten ist und bei Weltkörpern nur durch den äußerst zarten Weltäther, bei irdischen etwa durch die Luft bewirkt wird; so werden die Theilchen sich nachaußen begeben und somit von dem Mittelpunkte der Kugel so weit entfernen müssen, als es die Stoßkraft und der Zusammenhang (die Kohäsion) der Theilchen verlangt, so daß sie hohl wird.

Vollkommen übereinstimmend damit habe ich gefunden, daß die aus einer Stahlfeder im Sauerstoffe beim theilweisen Verbrennen entstandenen Kügelchen, mit Ausnahme der kleinsten, welche sich übrigens schwer untersuchen lassen, hohl sind. — Ebenso habe ich die durch das Schmelzen eines Eisendrahtes mittelst eines sogenannten elektrischen Stromes erhaltenen Kügelchen hohl gefunden. Wenn es die kleinsten nicht sind, so liegt dieses daran, daß sie allzuschnell abkühlen, so daß bei ihnen die Kohäsion eher wirksam wird, als bei den größeren, bei welchen die Schwingungskraft der Theilchen sich längere Zeit geltend machen kann. Wenn Meteore sich während ihres Laufes durch die Erdatmosphäre in einen glühenden Streifen oder Schweif auflösen, so sind die auf die Erde fallenden Kügelchen auch hohl, wie man es bei dem sogenannten Meteorstaube, der wiederholt schon mitten im Oceane auf Schiffen aufgefangen worden ist, gefunden hat.

Ich sehe demnach gar nicht ein, warum nicht die in sehr großer Anzahl jetzt noch glühendflüssigen Tropfen des Weltraumes und diejenigen, welche in einem solchen Zustande waren, denselben Bedingungen unterworfen und schon deshalb hohl geworden sein sollen. Dazu kommt ferner, daß die bei der Axendrehung in allen Theilen außer in der Axe

Das Phantom der Imponderabilien in der Physik. 1858.
Neue Theorie der Elektrizität und des Magnetismus u. s. w. 1861.
Handbuch der Physik. 1866.
Grundriß der Physik, 4te Aufl. 1869.

selbst unablässig auftretende Fliehkraft die Stofftheile möglichst nach der Außenfläche getrieben hat. Weil aber alle Theile der von den Polen nach dem Aequator hin wachsenden Schwungkraft zu folgen das Bestreben haben, so kann die aus einem feurigflüssigen Stoffe bestehende Hohlkugel bei einer vorhandenen Axendrehung nicht überall gleiche Dicke haben, sondern die Massen müssen sich nach dem Aequator hin mehr und mehr ansammeln, so daß die Dicke von den beiden Polen aus nach dem Aequator gleichmäßig wachsen muß.

Diese beiden naturnothwendigen Zustände, nämlich das Hohlsein und die nach dem Aequator hin zunehmende Dicke der Rinde, glaube ich bei der Sonne und auch bei der Erde durch eine Reihe von Thatsachen später noch bestätigen zu können; für die übrigen Planeten werden sie als höchst wahrscheinlich, für die Monde aber als unstatthaft dargestellt werden.

Erster Theil.

Allgemeine Musterung der Weltkörper.

Nach diesen einleitenden und als Grundlage für die weiteren Untersuchungen dienenden Betrachtungen wollen wir, gestützt auf die in der neuesten Zeit mittelst der so außerordentlich vervollkommneten Sehwerkzeuge gemachten Entdeckungen, zunächst einige Blicke in die unendlichen Tiefen des Weltraumes thun.

Bei der Erforschung der Weltkörper treten uns in dem gränzenlosen Raume zwar die mannigfaltigsten Gebilde und Erscheinungen, aber in einer solchen Weise entgegen, daß wir durch sie gewissermaßen belehrt werden sollen, um bei sorgfältiger Forschung und richtigem Verständnisse der großartigen Schriftzüge uns eine genaue Vorstellung von der Entstehung einheitlicher Weltkörpersysteme, so wie von der Entwickelung eines einzelnen Weltkörpers zu machen. Die im Weltraume sich darbietenden Erscheinungen und Thatsachen lassen uns mit Sicherheit nicht blos die verschiedenen Stufen der Entwickelung, sondern auch des Ablebens und der Zerstörung von Weltkörpergebilden erkennen. Aber schon Empedokles (460 v. Chr.) hat geahnet, daß beim Wechsel des Werdens und Vergehens nicht eine Vernichtung, sondern nur ein Uebergang der Stoffe zu neuen Formen eintritt. Diesen großartigen Gedanken sehen wir im ganzen Weltraume verwirklicht. Weil in der Natur strenges Gesetz herrscht, so sind alle Vorgänge einer strengmathematischen, physikalischen und chemischen Prüfung fähig. Da ferner die wissenschaftlichen Nothwendigkeiten auch Naturnothwendigkeiten sind,

so folgt die Wissenschaft nicht blos den Erscheinungen, sondern sie eilt ihnen sogar voraus und stellt fest, was sich ereignen werde oder was sich, unseren Blicken noch verborgen, jetzt schon ereignet. Aber wir können auch in folgerechter Anwendung der Naturgesetze einen Blick in die Vergangenheit thun und eine ganze Weltengeschichte aufbauen, welche einen Anspruch auf unbedingte Richtigkeit hat, wenn sie auf Thatsachen und Naturgesetze sich stützt.

Wir können nun eine Reihe von Entwickelungsstufen deutlich verfolgen.

1. Es gab und gibt heute noch im Weltraume weit ausgebreitet äußerst lose und fein zertheilte Stoffe, z. B. die Bestandtheile der Kometen, die des Thierkreislichtes, die Sternschnuppenkörperchen. Diese Stoffe waren und sind fortwährend Veränderungen unterworfen: theils suchten sie miteinander zu größeren und festeren Körpern sich zu verbinden, theils wurden sie, wenn sie in der Verbindung begriffen waren, vorzüglich durch die bereits festeren Körper wieder zerstreut.

Treten nach den allgemeinen Gesetzen der Massenanziehung die im Weltraume fein zertheilt vorkommenden Elementarstoffe irgendwo, ohne von anderen Körpern daran gehindert zu werden, einander näher und bilden sie ein zwar noch loses und auch noch formloses, aber zusammengehöriges Ganze; so haben wir einen planetarischen Nebel, noch ohne eigenes Licht und ohne einen bedeutenden Wärmegrad. Weil jetzt noch die Stoffe im Weltraume in sehr verschiedenen Graden der Verdichtung vorkommen, so sind auch Wärme und Licht in sehr verschiedenen Stufen vorhanden. Solche Weltnebel werden uns nur durch das von ihren Bestandtheilen zurückgeworfene Licht anderer Weltkörper sichtbar, wie z. B. die meisten Kometen erst, wenn sie in unser Planetensystem treten und dem Sonnennähepunkte zueilen, oder unter besondern Umständen als Sternschnuppen oder Meteorsterne.

2. Waren solche kosmische Nebel lange entfernt von störenden Einflüssen durch andere Weltkörper, so wirkte auf sie die Gravitation nach und nach so mächtig raumverengend ein, daß sich zufolge der erhöhten Wärme ein selbstleuchtender gasiger Kern mit einer Nebelhülle bildete, welche nur durch zurückgeworfenes Licht sichtbar wird, wie es bei dem Kometen Nr. 1 von 1866 der Fall war, der im Spektralapparate nicht mit homogenem Lichte erschien. Während der Kern eines Kometen schon selbstleuchtend geworden ist, wird der Schweif nur durch zurückgeworfenes Sonnenlicht sichtbar.

3. Bei weiter fortgesetzter Einwirkung der Gravitation auf alle

Bestandtheile nimmt das Ganze mehr und mehr Kugelgestalt an, die Wärme in ihm steigt, und wenn sie einen hinreichenden Grad erlangt hat, beginnt dieses noch ziemlich lose und einen sehr großen Raum einnehmende Ganze mit eigenem Lichte zu leuchten. Wir haben jetzt eine kosmische Wolke ohne einen flüssigen oder festen Kern, denn es zeigen sich im Spektralapparate nicht dunkle Linien auf hellem Grunde (wie bei der Sonne und den Fixsternen), sondern helle Linien, gewöhnlich drei, auf dunklerem Grunde. Bis jetzt sind unter den kosmischen Wolken mit Sicherheit schon acht in diesem Zustande der Entwickelung aufgefunden und es ist ermittelt worden, daß die glühenden Gase vorzüglich Stickstoff und Wasserstoff sind. Das Zeichen der Verdichtung tragen u. a. an sich der Nebel unter 19ʰ 52′ grader Aufsteigung und 67° 43′ Polarabstand und der im Wassermanne unter 20ʰ 54,8′ grader Aufsteigung und 102° 3′ Polarabstand.

Wenn wir uns einen planetarischen Nebel von der Ausdehnung unseres Planetensystems (bis zur Bahn des Neptun) denken und annehmen, daß er plötzlich bis auf den Raum unserer Sonne zusammengedrückt worden wäre; so ergibt die Rechnung die kaum zu denkende Temperatur von 28 Millionen Graden nach Celsius.

4. Wenn die aus glühenden Gasen bestehende kosmische Wolke einer Temperaturerhöhung nicht mehr fähig ist, oder wenn sie das höchste Maß der lebendigen Kraft besitzt, was von dem Verhältnisse der Schwingungskraft der Gase zu dem Weltätherdrucke auf sie abhängt; so beginnt zufolge der Abkühlung an dem kalten Weltraume eine Verdichtung (Kondensation) der Gase zunächst an der Umgränzung des noch gasigen Kernes, und es zeigen sich im Spektrum des Nebels nur einzelne helle Linien, wie solche u. a. bei einem Nebelflecke der Hydra bemerkt worden sind. Ein kleiner lichtschwacher Streifen im Spektrum ist das Zeichen, daß sich dann ein flüssiger Kern zu bilden beginnt.

Wir haben also zwei einander ähnliche Uebergangsformen mit einem gasigen Kerne und einer dichteren Umhüllung In der ersten ist die Nebelhülle noch in dem Zustande des planetarischen Nebels vor dem Eintritte der durch Gravitation (Weltätherdruck) erzeugten hohen Temperatur, welche den gasigen Zustand bewirkt; in der zweiten Uebergangsform ist die Nebelhülle durch Abkühlung erst nachträglich wieder erzeugt worden. In jenem Falle ist die Umhüllung noch in dem Zustande eines planetarischen Nebels, welcher nur durch zurückgeworfenes Licht sichtbar ist; in diesem Falle aber ist die Umhüllung in einem mehr zusammenhängenden nebelartigen Zustande mit eigenem Lichte. Dort

war die Temperatur der Hülle im Zunehmen, hier ist sie im Abnehmen begriffen.

5. Je dichter das Gebilde wird, desto kräftiger tritt die Neigung der Massentheile hervor, sich um den Mittelpunkt zu lagern und es bildet sich bei der fortschreitenden Kondensation allmählig ein tropfbar flüssiger Kern mit einer mattleuchtenden, noch weit ausgedehnten Hülle, so daß sich im Spektrum eines solchen Nebelsternes schon mehr oder weniger ausgebildete dunkle Linien zu zeigen anfangen.

Schon 1785 am 6. Januar entdeckte Herschel einen glänzenden Stern, welcher bis auf 150 Sekunden weit von einem nachaußen an Dichte allmählig abnehmenden Nebeldunste umgeben war; später noch viele kreisrunde, auch elliptisch gestaltete Nebel mit Sternen, z. B. im Schützen und bei δ im kleinen Bären. Hierher gehören der große Andromeda-Nebel und der Nebel des Herkules.

6. Ist aber die Verdichtung der in einem gasigen Zustande vorhanden gewesenen Stoffe zum größten Theile beendet und also eine bedeutende noch flüssige Kernmasse von einer verhältnißmäßig nicht sehr ausgedehnten Atmosphäre aus gasigen Stoffen verschiedener Art umgeben, so haben wir einen Fixstern oder eine Sonne mit einer großen Anzahl dunkler Linien im Spektrum. Das Spektrum der Fixsterne ist wie bei der Sonne beschaffen, also sind sie in der That lauter Sonnen mit Zuständen, wie wir sie an unserer Sonne noch näher werden kennen lernen. Je niedriger die Schmelzpunkte der Stoffe liegen, desto später bildeten sich die Niederschläge aus ihnen. Es ist also kein Zweifel darüber, daß, wenn auch die Stoffe aller Körper im ganzen Weltraume dieselben sind, was zu behaupten wir nach den Spektraluntersuchungen die begründetste Veranlassung haben, dennoch das Spektrum verschiedener Fixsterne jetzt uns nicht genau einerlei Stoffe verrathen wird, weil verschiedene Sterne meist auch auf verschiedenen Entwickelungsstufen stehen. Wir führen vorläufig nur einige Ergebnisse an.

Bis jetzt sind bei der Sonne vonunten nachoben ermittelt worden: Barium, Zink, Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen, Mangan, Chrom, Magnesium, Kalzium, Natrium, Sauerstoff, Wasserstoff und Wasserdampf. Das spezifische Gewicht der bei einer immer noch sehr hohen Temperatur meist unvermischten Stoffe im Dampfzustande nimmt nachoben ebenso wie die Wärme derselben und der Grad ihrer Helligkeit ab, was sich in den ihnen entsprechenden Linien des Spektrums deutlich abspiegelt. Es ist bemerkenswerth, daß alle diese Stoffe mit Ausnahme von Barium

auch in den Meteorsteinen vorkommen. Letztere enthalten freilich noch Arsen, Kali, Aluminium, Titan, Phosphor, Schwefel, Olivin, Chrysolith. — Bei der Sonne hat man bisjetzt noch nicht entdeckt: Gold, Silber, Zinn, Blei, Arsen, Antimon, Strontian u. a.; aber wir können die Spektralanalyse derselben durchaus noch nicht für abgeschlossen ansehen. Da unter den letzteren Stoffen einige der schwersten und schwer flüchtig zu machenden mit hohen Schmelzpunkten sich befinden, so darf man vermuthen, daß diese Stoffe nicht mehr in der Sonnenatmosphäre sich befinden, sondern dem Sonnenkörper angehören, obwohl derselbe jetzt noch eine Temperatur von mehr als 10000° C. haben dürfte, ein Umstand, welcher aus dem großen Drucke der sehr hohen Atmosphäre leicht erklärlich ist.

Wollaston hatte bereits im Jahre 1802 im Spektrum der Sonne 2 auf der Längenrichtung desselben senkrecht stehende dunkle Linien bemerkt, Frauenhofer aber entdeckte mittelst der von ihm sehr verbesserten Instrumente gegen 600 und bestimmte ihre gegenseitig unabänderliche Lage und Stärke, und gegenwärtig kennt man deren gegen 3000. Daß nun ungeachtet der ziemlich geringen Menge von Elementarstoffen im Sonnenspektrum so sehr viele dunkle Linien vorkommen, rührt daher, daß zu manchen einfachen Stoffen eine ganze Reihe von dunklen Linien gehört. Wenn wir von der Breite der dunklen Linien auf die Menge des betreffenden Stoffes schließen könnten, so würden Eisen und Wasserstoff am meisten, Natrium am wenigsten verbreitet sein.

Das vom Monde und den Planeten zurückgeworfene Sonnenlicht gibt ein Spektrum genau mit denselben Linien, also an denselben Stellen und von derselben Dicke wie im unmittelbaren Sonnenbilde, nur bedeutend matter, und dabei ist das Licht zum Zeichen, daß es zurückgeworfenes ist, polarisirt, d. h. die Aetherschwingungen geschehen nur in einer auf dem Lichtstrahle lothrechten Ebene.

Daß in der Atmosphäre der Erde, durch welche das Licht der Weltkörper zu gehen hat, auch noch fremde Stoffe enthalten sind, zeigt sich darin, daß von den dunkeln Linien des Sonnenspektrums einige um so lebhafter hervortreten, je niedriger die Sonne steht; daß sie um so matter werden, je mehr man sich in der Atmosphäre erhebt, und daß sie in einer Höhe von etwa 28000 Fuß ganz verschwinden. Weil sich die dunklen Linien des an einem bestimmten Orte beobachteten Sonnenspektrums überhaupt gegen Morgen und Abend stärker zeigen als bei höherem Stande der Sonne, ferner stärker in einer Tiefe als auf hohen Bergen; so ist man veranlaßt, dem Wasserdampfe der

Atmosphäre die absorbirende Kraft zuzuschreiben. Das Licht der anderen Fixsterne zeigt dasselbe.

In Beziehung auf den Zustand der Planeten ist noch bemerkenswerth, daß diejenigen dunklen Linien des Sonnenspektrums, welche von dem Wasserdampfe der Atmosphäre herrühren, sich auch in den Spektren des Jupiter (und Saturn) zeigen, selbst wenn es auf einem hohen Berge aufgenommen worden ist. Daraus muß man schließen, daß der Jupiter eine Atmosphäre besitzt, in welcher sich Wasserdämpfe befinden. Eine Bestätigung davon gewährt die schon alte Beobachtung, daß seine Pole in einem halbjährigen Wechsel weiß, also mit Schnee bedeckt, erscheinen. Aber außerdem erhält er auch Stoffe, welche wir bei der Erde noch nicht kennen gelernt haben. Selbst am Uranus ist eine Atmosphäre nachgewiesen.

Von den 20 bis 30 Millionen Fixsternen sind die Farbenbilder schon vieler untersucht, und es ist ermittelt worden, daß in ihnen vorzüglich Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Eisen vertreten sind. Der Aldebaran im Stiere besitzt: Wasserstoff, Magnesium, Eisen; Kalzium, Natrium, Quecksilber, Wismut, Antimon, Tellur u. a. — Dem Beteizeuge im Orion fehlt Wasserstoff.

Wenn Sterne röthlich erscheinen, so wird der blaue Theil ihres Lichtes geschwächt; wenn sie bläulich sich zeigen, so geschieht dieses mit dem rothen. In jenem Falle sind in dem oberen Theile ihrer Atmosphäre schwere Stoffe, z. B. beim Aldebaran sind es Quecksilber, Antimon, Tellur, Wismut; in diesem Falle aber leichtere, wie beim Sirius (im Sterne α der Lyra) sind es Natrium, Magnesium, Chrom, Mangan, Eisen nur mit schwachen Linien. Wasserstoff bildet auch hier, wie bei der Sonne, die äußerste Gränze.

7. Auch der Zustand eines Fixsterns oder einer Sonne ist kein ewig bleibender, denn die Sonnen verlieren ihre Wärme in dem kalten Weltraume nach und nach, freilich wol in Zeiträumen, welche nicht blos nach Millionen von Jahren gemessen werden. Ihre Leuchtkraft nimmt allmählig ab, bis sie endlich ganz erlischt und der Fixstern verschwunden zu sein scheint. Plötzlich aber leuchtet er wieder auf, die innere Glut hat die dunkle verengende Schale durchbrochen und die noch leuchtenden Massen überfluten die Oberfläche, anfänglich vielleicht noch die ganze, später wohl nur einen Theil, und entzünden die etwa noch vorhandenen Gase (Wasserstoff). Aber auch dieses Licht verlischt endlich bei den immer schwächer werdenden Durchbrüchen völlig, der ehemalige Fixstern ist völlig abgestorben und wandelt unbemerkt von dem irdischen

Auge seine lichtlose Bahn, um nur unter günstigen Umständen noch von dem geistigen Auge erkannt zu werden.

Unsere Sonne verliert durch Ausstrahlung an den Weltraum jährlich die kaum zu denkende Summe von 3000 Quintillionen Wärmeeinheiten (Calorieen) und würde, wenn wir sie als einen massiven brennenden Kohlenblock ansehen dürften, was freilich nicht der Fall ist, schon in 5000 Jahren aufgezehrt sein.

8. Ist aber ein solcher Fixstern und überhaupt ein erkalteter Weltkörper für die Oekonomie des Weltganzen ein nutzloser Trümmerhaufen? Durchaus nicht!

Wie auf unserer Erde aus dem Tode ein neues Leben emporsprießt, wie hier in dem ewigen Wechsel von Vergehen und Entstehen die Bedingungen zu höheren Entwickelungsstufen liegen, so auch dort in jenen unendlichen Räumen.

Wenn nämlich ein abgestorbener Weltkörper auf seiner stillen dunklen Bahn in eine außerordentlich weit im Weltraume ausgedehnte kosmische Wolke geräth, welche nur aus gasigen Stoffen von einer enorm hohen Temperatur besteht; so tritt das über alle Beschreibung großartige Ereigniß eines Weltenbrandes ein.

Ein solcher aus dem ewigen Gesetze der Erhaltung der lebendigen Kraft im Weltraume theoretisch gefolgerte Weltenbrand ist nach meinem Dafürhalten der durch Lord Roß mit seinem Rieseninstrumente so äußerst sorgfältig beobachtete und durch eine große Zeichnung kürzlich dargestellte Nebelfleck im nördlichen Flügel der Jungfrau. Sein ganzes Aussehen scheint allen Gravitationsgesetzen hohnzusprechen: gegen die Mitte ein kreisförmiger weißer Raum nur mit einigen schwarzen Punkten, ringsum zerstreute dunkle Massen von sehr verschiedener Gestalt, an der einen Seite dicht an der bezeichneten Kreisscheibe eine Partie von ziemlich bedeutender Ausdehnung und gewaltig zerklüftet, wie wenn etwa unregelmäßige Straßen durch eine Stadt gehen; in der Umgebung nebelartige Gebilde, welche um so zarter erscheinen, je weiter sie sich von der Mitte aus erstrecken; sie sind an den meisten Seiten ziemlich unregelmäßig vertheilt und nur an der einen zeigen sie eine streifige, nach dem Mittelpunkte parabolisch gekrümmte Gestalt. In diesen Nebelgebilden sind nicht wenige schwarze, scheinbar kugelförmige Körper bis auf große Entfernung von der Mitte unregelmäßig zerstreut.

Hier ist eine dunkle Sonne mit allen ihren Begleitern in einen glühenden Weltnebel gerathen und zerfällt noch vor unseren Augen, durch die Spannkraft der eingeschlossenen erhitzten Gase auseinander-

gesprengt und durch die außerordentliche Gluth nach und nach geschmolzen, in Trümmer, um dann zu einem neuen Leben zu erwachen. Der scheinbar leere Raum im Inneren ist ihre vormalige, jetzt bloßgelegte Aushöhlung, welche vorläufig mit weißglühenden Massen angefüllt ist, so wie die Gänge der zerklüfteten und zerrissenen, theilweise ziemlich weit weggeschleuderten Massen.

Der kosmische Nebel hat offenbar zu denen gehört, bei welchen die Massentheilchen von allen Seiten in mehr und mehr sich krümmenden Bahnen dem Mittelpunkte zuströmen (Spiralnebel), ohne daß er selbst eine bedeutende fortschreitende Bewegung besäße; denn ist diese vorhanden, so zeigt ein Nebel sich mehr schneckenartig wie die Ammoniten (z. B. im nördlichen Jagdhunde). An der Seite, wo der Weltkörper in den Nebel gerieth, ist das Nebelgebilde vollständig in Unordnung gerathen und grade dort befindet sich die größte der zerrissenen Massen; aber auf der entgegengesetzten Seite ist jene in den krummen Linien sich aussprechende Bewegung noch sehr deutlich sichtbar.

Es ist sehr natürlich, daß die verschiedenen Stoffe des untergegangenen Weltkörpers wegen ihres verschiedenen Schmelz- und Siedepunktes in der Gluth des Nebels zu verschiedenen Zeiten sich auflösen müssen: diejenigen, welche am leichtesten die Dampfnatur annahmen, werden auch am meisten zur Zerstörung des Körpers beigetragen haben. Die vielen schwarzen kugelförmigen Punkte können wohl versprengte, schon flüssig gewordene Massen sein, die sich dann sofort kugelförmig gestalteten; sie können aber auch noch nicht aufgelöste kältere Begleiter der zertrümmerten Sonne oder andere dunkle Weltkörper vor dem Lichtnebel sein und vielleicht selbstständige Weltkörper bleiben, ohne daß sie jetzt schon eine nach der Gravitation zu einem Systeme geregelte Bewegung haben. Wer vermag dieses zu entscheiden? Jedenfalls aber läßt uns dieses höchst merkwürdige Gebilde einen tiefen und lohnenden Blick in die Kosmogenie thun.

9. Bei der allgemeinen Musterung der Weltkörper tritt uns endlich noch eine für unsere weiteren Untersuchungen wichtige Form entgegen. Bisweilen haben sich nämlich in einer kosmischen Wolke die Massentheile im Laufe unmeßbarer Zeiten nach und nach gruppenweise zu theils dichteren, theils loseren Gebilden zusammengeschaart, welche eine verschiedene Entfernung voneinander besitzen. Dann sind im Inneren einer gemeinschaftlichen Lichthülle eine größere Menge hellleuchtender Punkte vorhanden, welche ein gesetzlich zusammengehöriges Ganze, ein System von Nebelsternen bilden mit der entschiedenen

Neigung sich als Ganzes kugelförmig und dann wohl auch elliptisch zu gestalten.

Eine solche Gruppe von Gestirnen, wie z. B. der Nebelfleck in der Hydra oder auch von wirklichen Sonnen wie Alcione in den Plejaden ist ein noch in der Entwickelung begriffenes System und zeigt im Spektrum nur noch einzelne helle Linien, welche von den brennenden Gasen herrühren nebst einem feinen Absorptionsspektrum mit dunklen Linien, welche den leuchtenden Kernen zugehören.

Besondere Musterung der Weltkörper.

1. Die Fixsterne.

Bei einer oberflächlichen Betrachtung scheinen uns die Fixsterne wegen ihres beharrlichen Zustandes wenig Veranlassung zu tiefergehenden Betrachtungen zu geben, aber die neueste Zeit hat uns gezeigt, wie sich grade an sie Fragen der Kosmogenie knüpfen, deren Beantwortung der Fleiß der Forscher mit den so außerordentlich verbesserten Instrumenten schon jetzt möglich macht. Wir wollen sie daher einer Musterung unterwerfen, welche das Wesentliche dabei berücksichtigt, ohne uns in Einzelnheiten allzusehr zu vertiefen.

a) Entfernung der Fixsterne.

Im allgemeinen können wir sofort sagen, daß die Entfernung der Fixsterne sehr groß sein muß, weil keiner von ihnen, wie stark vergrößernde Fernrohre man auch immer anwendete, einen meßbaren Durchmesser hat erkennen lassen: es blieben Lichtpunkte und ihre Größe ist daher nicht bestimmbar. Wären die Fixsterne nicht ungemein weit von uns entfernt, so würde es uns auch nicht scheinen, als ob sie alle gleich weit und wie an der inneren Fläche einer Hohlkugel angeheftet wären. Die Grade der Helligkeit, durch welche man sie in eine Reihe von Klassen zu bringen gesucht hat, bieten kein sicheres Mittel zur Beurtheilung der Helligkeit dar, denn ein an sich hellerer Stern kann in größerer Entfernung dieselbe oder sogar eine geringere Lichtstärke

zeigen, wie ein näherer, aber lichtschwacher. Im allgemeinen aber können wir immerhin aus einer größeren Lichtschwäche auf eine größere Entfernung schließen. Die äußerst werthvollen Messungen der Lichtstärke durch Zöllner geben uns Hoffnung zu größeren Aufschlüssen auch in dieser Richtung.

Ein zuverlässiges Mittel zur Bestimmung der Entfernung bieten nur die bekannte Länge (von etwa 40 Millionen Meilen) der Hauptaxe oder des längsten Durchmessers der elliptischen Erdbahn bei ihrer Bewegung um die Sonne und der Winkel (die Parallaxe) dar, welchen die von den Endpunkten dieser Axe nach dem Sterne gezogenen graden Linien am Sterne selbst bilden. Dieser Winkel ist übrigens durch den Bogen an der scheinbaren Himmelskugel bestimmt, welcher sich zwischen den verlängerten Schenkeln des Parallaxenwinkels befindet. Es ist klar, daß wir hier von einem gleichschenkligen Dreiseite die Basis und den Winkel am Scheitel kennen, wenn nämlich die Parallaxe des Sternes meßbar ist; daraus läßt sich seine Höhe, welche sich von den Schenkeln nicht sehr unterscheidet, berechnen und dieses ist die gesuchte Entfernung des Sternes.

Es ist in der neuesten Zeit dem ausdauernden Eifer der Beobachter mittelst der sehr verbesserten Instrumente gelungen, für eine ganze Reihe von Fixsternen und Gestirnen überhaupt die Parallaxe zu ermitteln; zu der als größten ermittelten gehört der uns nächste Stern.

Bis jetzt muß man den Stern α im Sternbilde des Zentauren als den nächsten ansehen. Seine Entfernung von 224520 Sonnenweiten (20 Mill. M.) oder 4½ Billionen Meilen nennt man eine Sternenweite, zu deren Zurücklegung das Licht, ungeachtet seiner großen Geschwindigkeit von 42000 Meilen in 1 Sekunde, 3½ Jahre gebraucht.

Bei dem Sterne 61 im Schwane ist nach den besten Messungen die Parallaxe nur 0,3744 Winkelsekunden, woraus seine Entfernung auf 598540 Sonnenweiten, also auf mehr als 12 Bill. Meilen oder 3 Sternenweiten sich ergibt, so daß sein Licht bis zu uns über 9½ Jahre gebraucht. Obwohl dieser Stern nur der fünften Größe angehört, so haben doch viel bedeutendere Sterne, wie z. B. Wega in der Leier, Arktur im Bootes, die Kapella, eine 3 bis 8 mal kleinere Parallaxe, sind also viel entfernter, was man früher nicht vermuthete.

Einzelne noch wahrnehmbare Sterne sind um 500 Sternenweiten und kosmische Nebel sogar bis zu 300000 Sternenweiten von uns entfernt, so daß ihr Licht zur Zurücklegung des Weges bis zu uns mehr als eine Million Jahre gebraucht. Welch' ein heiliger Schauer überfällt

uns bei einem solchen Einblicke in das unendliche Weltall! Wo kann da die Rede sein von einer Himmelskugel oder von einem Himmel mit dem gewöhnlichen Begriffe einer bestimmten Oertlichkeit?

Bei diesen Messungen wird vorausgesetzt, daß der betreffende Stern während der Bestimmung seiner Parallaxe, also während eines halben Jahres, eine eigene Bewegung nicht besitzt. Dieses ist aber nicht der Fall, denn alle Fixsterne verändern ihren Ort, wenn dieses auch erst in größeren Zwischenzeiten erkannt wird, und dann muß man lichtstarke Sterne mit der erkannten Bewegung im allgemeinen für näher halten, als lichtschwache, an denen man die Bewegung in derselben Zeit noch nicht erkannt hat.

b) Bewegungen der Fixsterne.

α. Scheinbare Bewegung.

Aus der bisjetzt schon bei 2163 Fixsternen beobachteten Veränderlichkeit der Entfernung hat sich die höchst wichtige Thatsache ergeben, daß unsere Sonne mit allen ihren Begleitern im Weltraume nicht still steht, sondern nach einem gewissen Punkte (von 261° 38,8′ grader Aufsteigung und 39° 53,9′ nördlicher Abweichung, wohl weniger genau 260° 19,7′ gr. A. und 33° 32,9′ n. A) im Sternbilde des Herkules sich bewegt; denn nach dieser Richtung hin treten die Fixsterne scheinbar mehr und mehr auseinander; und nach dem entgegengesetzten Punkte rücken sie scheinbar mehr und mehr zueinander. Jene Bewegung geschieht aber nicht in einer graden, sondern in einer krummen Bahn höchst wahrscheinlich um den Stern Alcione in der Gruppe der Plejaden in 22¼ bis etwa 27½ Millionen Jahren mit einer täglichen Geschwindigkeit von 100000 bis 800000 Meilen. Bei einer Geschwindigkeit von 1½ Meilen in 1 Sekunde beträgt der tägliche Weg 129600 Meilen. Genauere Angaben lassen sich für den Augenblick noch nicht machen. Es geht natürlich grade nur jetzt die Richtung der Bahn nach jenem Punkte des Herkules. Erst spätere Geschlechter werden, gestützt auf fortlaufende Beobachtungen, befähigt sein, genauere Zahlenangaben zu machen.

β. Wirkliche Bewegung der Fixsterne.

Es ist durch die neuesten Beobachtungen bereits von etwa 3000 Fixsternen festgestellt, daß sie eine eigene Bewegung besitzen; aber auch alle übrigen können zufolge der für den ganzen Weltraum giltigen

Gravitation nicht stillstehen, wenn wir dieses auch in der kurzen Spanne Zeit, während welcher ganz genaue Ortsbestimmungen gemacht worden sind, noch nicht haben feststellen können. Es kommt hierbei auch darauf an, ob die Richtung ihrer Bewegung mehr oder weniger von der Verbindungslinie unseres Auges mit dem Sterne abweicht; fallen nämlich beide Richtungslinien zusammen, so scheint der Stern trotz seiner Bewegung sogar an seiner Stelle zu bleiben. Die Bewegung richtet sich auch nicht nach der scheinbaren Größe der Sterne; denn die kleinen ändern ihre Stellung oft weit mehr als die großen: während z. B. die beiden hellsten Sterne im Orion in einem Jahrhunderte nur um 5,1 und 3,5 Sekunden fortgerückt sind, hat sich ein Stern fünfter Größe im Schiffe um 787 Sekunden fortbewegt. Die gegenwärtigen Sternkataloge überliefern der Nachwelt zur Beurtheilung der Bewegung der Sterne bereits ein außerordentlich bedeutendes Materiale durch sehr genaue Ortsbestimmungen. In dem Verzeichnisse von 1865 waren allein schon 10000 Sterne siebenter bis zehnter Größe eingetragen.

Einer Eigenbewegung der Fixsterne ist es aber nicht zuzuschreiben, wenn sie wegen des Fortrückens der Tag- und Nachtgleichenpunkte auf der Ekliptik ihre Stellung gegen die Erdaxe ändern. Zufolge dieser sogen. Präcession wird nach 12000 Jahren der Stern Wega den jetzigen Polarstern ersetzt haben.

In Beziehung auf die eigene Bewegung der Fixsterne sind die Doppel- und mehrfachen Sterne außerordentlich wichtig, denn sie lassen uns nicht nur die Gravitationsgesetze auch in jenen entfernten Räumen als bestimmend und streng giltig erkennen, sondern führen uns auch noch in mehrere andere Naturgeheimnisse ein. Wenn zwei Sterne weniger, als fünf Winkelsekunden voneinander abstehen, so erscheinen sie dem bloßen Auge als ein Stern. Wir dürfen hierbei aber die nur optisch zusammengehörigen Sterne, d. h. solche, deren Gesichtslinien nur beinahe zusammenfallen, nicht als physische oder solche Doppelsterne ansehen, welche wirklich beieinander stehen. Man hat für die Doppelsterne acht Klassen angenommen mit Abständen von 1" bis 32" und bekommt so schon gegen 10000 Doppelsterne; erster bis achter Größe sind gegen 3000 vorhanden, die anderen erscheinen kleiner. Bei 650 Doppelsternen ist die Bewegung in meist sehr flachen Ellipsen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt jetzt schon vollkommen sichergestellt, bei 60 bereits berechnet und bei 12 auch mit der Erfahrung schon vollkommen übereinstimmend gefunden worden. Bei Sternen von ungleicher Größe beschreibt der kleinere die größere Bahn. Ist unser Auge

in der Ebene dieser Bahn, so erscheint uns die Bewegung gradlinig und es tritt der Fall ein, daß ein Fixstern einen anderen bedeckt; je mehr aber das Auge aus dieser Ebene heraustritt, desto offener zeigt sich die elliptische Bahn.

Weil die Umlaufszeiten meist sehr groß sind, ist die Bahnberechnung schwierig. Nur bei 8 Doppelsternen beträgt die Umlaufszeit weniger als 100 Jahre, mindestens 30; bei Kastor 579 Jahre und bei den meisten viele Jahrtausende. Erst spätere Geschlechter werden aus den jetzt mit großer Sorgfalt bestimmten Orten die Bewegungen genauer berechnen können. Uebrigens wird die photographisch-stereskopische Aufnahme eines Doppelsternes zu verschiedenen Zeiten leicht erkennen lassen, ob überhaupt eine Bewegung stattgefunden hat oder nicht. Wenn ein jetzt aufgenommenes Bild mit einem später erhaltenen im Stereoskope nicht zum Decken gebracht werden kann, so hat sicher eine Bewegung stattgefunden.

Bei einigen Doppelsternen, deren Entfernung man aus ihrer Parallaxe kennt, ist es sogar möglich geworden, ihre Massen zu berechnen, natürlich unter der wohl allseitig als unbestreitbar anerkannten Voraussetzung, daß die Gravitationsgesetze auch in jenen Räumen von der Beschaffenheit der Massen nicht abhängig sind. Der mittlere Abstand der beiden Sterne α im Zentauren (224520 Sonnenweiten von uns entfernt) beträgt 14,86 Winkelsekunden, was auf 16¼ Sonnenweiten oder 326 Millionen Meilen führt; die Umlaufszeit beträgt 79 Jahre, demnach die ganze Masse beider Sonnen 0,677 von der Masse unserer Sonne. — Der Zentralstern des Doppelsternes 61 im Schwane hat etwa nur ¼ bis ⅓ der Sonnenmasse, sein Begleiter eine Umlaufszeit von 500 Jahren; dagegen wird bei anderen Doppelsternen mit weit größeren Umlaufszeiten die Masse eine viel größere sein.

Die Doppelsterne haben uns in der neueren Zeit zu dem höchst überraschenden, wenn auch naturnothwendigen Ergebnisse geführt, daß es nicht nur leuchtende, sondern auch dunkle, abgestorbene Sonnen gibt und daß deren Anzahl vielleicht ebenso bedeutend ist, wie die der leuchtenden. Es sind nicht etwa Körper, welche sich wie die Planeten um einen leuchtenden Zentralkörper bewegen, sondern ausgeglühte Sonnen, zu denen selbst jetzt noch leuchtende Sonnen als Begleiter gehören.

Obwohl die Ortsveränderung des Sirius jährlich nur 1¼ Sekunde beträgt, so hatte doch schon Bessel aus den dabei stattfindenden Nebenbewegungen den sicheren Schluß gezogen, daß ein dunkler Weltkörper die Veranlassung dazu sei, daß also von einem vorhandenen Doppel-

sterne nur der eine leuchte und sich um den anderen bewege. Es gelang nun Clark in Boston (am 31. Januar 1862) mittelst eines mächtigen Refraktors neben dem Sirius einen äußerst lichtschwachen Weltkörper wahrzunehmen, dessen Masse aber nur die Hälfte von der des Sirius erreicht.

Aehnliche Abweichungen von der Bahn sind noch vorzüglich bei Prozyon, der Spika und dem Alphard entdeckt worden, welche ebenfalls dunkeln, bis jetzt durch das Fernrohr noch gar nicht wahrgenommenen Weltkörpern zugeschrieben werden müssen. Ja sogar bei zwei sichtbaren Doppelsternen (z. B. α im Zentauren, β im Ophiuchos) müssen wir aus einzelnen Beobachtungen auf das Vorhandensein eines dritten unsichtbaren Sternes schließen.

Ueberhaupt sind wir zur Annahme folgender vier Fälle berechtigt: es bewegen sich

1. leuchtende Weltkörper um leuchtende,
2. dunkle um leuchtende,
3. leuchtende um dunkle, und
4. dunkle um dunkle, und zwar in allen Fällen streng nach den Gesetzen der Gravitation durch den ganzen Weltraum. Es muß demnach eine Kraft geben, welcher alle Weltkörper unterworfen sind, die nur ihren äußeren Ausdruck in der Gravitation hat. Wir kommen auf sie im vierten Theile dieser Schrift zurück.

c) Die Farben der Fixsterne.

Bei einem nur oberflächlichen Anblicke des Himmels erscheinen fast alle Fixsterne weiß; werden sie aber genauer untersucht, so finden sich fast alle Farben des prismatischen Farbenbildes vertreten. Eine gelbliche Farbe findet sich etwa bei der Hälfte sämmtlicher Fixsterne, eine weiße etwa bei einem Fünftel, eine orange bei etwas mehr und die übrigen zeigen alle möglichen Farben: röthlich z. B. sind Arktur, Aldebaran, Antares, α im Orion (rechte Schulter), Pollux; bläulich ist Bellatrix (linke Schulter des Orion) und eine ganze Gruppe kleiner Sterne vierzehnter bis sechszehnter Größe; grünlich sind Kastor und Alcyone; gelblich Prozyon (der hellste Stern des Kleinen Hundes) und Kapella; rubinfarbig ist eine Gruppe von 76 Sternen siebenter bis neunter Größe in der südlichen Halbkugel und bei einer anderen im südlichen Kreuze sind alle Farben des Regenbogens vertreten, was einen herrlichen Anblick gewähren soll.

Höchst merkwürdig ist es, daß die zu einem Doppelsterne gehörigen Sterne nicht immer einerlei Farbe haben, wie z. B. α im Löwen, wo beide Sterne blau sind; sondern daß die Farben oft weit voneinander entfernt liegen, z. B. bei 24 im Haupthaare der Berenice ist der eine blau, der andere roth; in 38 der Zwillinge steht ein kleiner blauer bei einem hellen weißen; in anderen Fällen stehen blau und gelb, grün und orange, grün und roth und am häufigsten gelb und weiß zusammen. Wenn auch zwei gleichfarbige, z. B. in δ der Schlange blau und blau oder auch zwei rothe oder zwei gelbe beieinander stehen, so besitzen sie doch verschiedene Farbentöne.

Die Farbenverschiedenheit in den doppelten und mehrfachen Sternen läßt auf eine weit schroffere Theilung der verschiedenartigen Stoffe schließen, als wir sie bei unserem Planetensysteme kennen, von welchem wir nachweisen werden, daß es aus einem einzigen Zentralkörper entstanden ist. Aber auch bei verschiedenen Sternen mit scheinbar völlig übereinstimmendem weißen Lichte sind doch die dunklen Linien ihrer Spektra verschieden, also sind auch die Stoffe, welche in ihren Atmosphären verbrennen, nicht durchweg dieselben.

Entschieden rothe Sterne zeigen im grünen und blauen Theile des Spektrums eine größere Menge dunkler Linien, als imallgemeinen bei weißen der Fall ist; also ist auch die Menge der Stoffe in der gasigen Atmosphäre dort eine größere, als hier. Die Entwickelung der Zentralmasse und die Reinigung ihrer Atmosphäre ist dort noch nicht so weit vorgeschritten, als hier.

d) Veränderlichkeit der Fixsterne.

Von dem allerhöchsten Interesse ist es, die bis in die neueste Zeit reichenden Thatsachen in Betreff des Wechsels der Farbe, der scheinbaren Größe und der Lichtstärke bei den Fixsternen kennen zu lernen, um daraus Schlüsse zu ziehen in Betreff der außerordentlich gewaltigen Veränderungen, welche auf ihnen und mit ihnen vorgehen.

Zunächst wollen wir von der Farbenveränderung einige gut beglaubigte Beispiele anführen. Das Alterthum, von Ptolomäus an, sah den Sirius roth; nach Seneka zeigte er sich röther als Mars, Tycho aber bezeichnet ihn entschieden schon als weiß; inzwischen wird er wol wie β in den Zwillingen ähnliche Uebergangsfarben gehabt haben. — Kapella war dem Ptolomäus nach roth und sie hat diese Farbe auch bis in das 17te Jahrhundert beibehalten, dann aber wurde sie mehr röthlichgelb und ist heute mehr gelblichweiß, wird also später wol noch

ganz weiß werden. Gleichzeitig hat ihre Lichtstärke so zugenommen, daß sie die der weißen Wega übertrifft.

Schneller gehen imallgemeinen die Veränderungen der Farben bei den Doppelsternen vor sich. Noch im Jahre 1780 waren die Doppelsterne γ im Löwen und γ im Delphin weiß, jetzt sind sie bei jenem der eine goldgelb, der andere purpurfarbig, bei diesem goldgelb und braungrün. — Der Stern 6 im Perseus ist seit 1854 vom Roth durch Gelb in Weiß übergegangen. — Bei 96 im Herkules war der eine apfelgrün, der andere kirschroth; jetzt aber sind sie beide gleichmäßig weiß.

Nach den bisherigen Beobachtungen ist es wol gestattet zu sagen, daß die Farbenveränderungen imallgemeinen entweder von Weiß zu Roth oder von Roth zu Weiß durch Zwischenstufen erfolgen. In jenem Falle findet eine Abnahme, in diesem eine Zunahme der Temperatur und Lichtstärke statt. Da diese Farbenwechsel ihren Grund nur in den Veränderungen der natürlichen Beschaffenheit der Gestirne selbst haben können, so muß bei den einen die lebendige Kraft im Abnehmen, bei den anderen im Zunehmen begriffen sein oder die einen sterben ab, die andern leben auf.

Außer dem Farbenwechsel sind ferner wichtig die Veränderungen in der Lichtstärke und scheinbaren Größe. Der Stern η im Schiffe Argo ist seit 1677 von einem Sterne vierter Größe durch wiederholte Zu- und Abnahme bis 1827 zur ersten Größe angewachsen, seit dieser Zeit aber mit unbedeutenden Schwankungen zur sechsten Größe herabgestiegen, zugleich bei wechselndem Glanze gelblichroth geworden und steht jetzt mitten in einem Nebel. Wie entsetzlich müssen die Umwandlungen gewesen sein, welche dieses Gestirn getroffen haben, da sie uns durch sein Licht aus solchen Entfernungen in so auffallender Weise angezeigt werden! Ein erst 1860 aufgefundener Stern ist auch von einem Nebel umgeben. — 1852 entdeckte Hind in den Hyaden einen hellen Nebel, der 1862 nicht mehr aufzufinden war, während ein dabei stehender Stern neunter bis zehnter Größe bis zur dreizehnten oder vierzehnten herabgesunken war. Diese Beobachtung ist äußerst folgenreich.

Wichtig ist die Wahrnehmung, daß manche Fixsterne einem periodischen Lichtwechsel unterworfen sind. Vom Ende des sechszehnten Jahrhunderts an wurde (von David Fabricius 1596) beim Sterne o (Mira) am Halse des Wallfisches die Beobachtung gemacht, daß er abwechselnd an Glanz abnahm, unsichtbar wurde und dann bei wiederholtem Wechsel bisweilen bis zu einem Sterne erster Größe anwuchs. Die mittlere Dauer der veränderlichen Periode beträgt 331 Tage

15 Stunden 7 Minuten. — Bei den Sternen β (Algol) im Perseus ist seit 1669 eine Periode von nur 2 Tagen 20 Stunden und 49 Minuten während seines weiß bleibenden Lichtes erkannt worden. Er bleibt dabei durch 60 Stunden in seinem vollen Glanze und braucht $3^1/_2$ Stunden, um den Wechsel zwischen der zweiten bis vierten Größe zu vollenden. Dergleichen periodische Lichtwechsel sind bei χ im Schwan, ε im Fuhrmanne, β in der Leier und bei noch mehr als 120 anderen Fixsternen von allen Größen, vorzüglich bei denen sechster bis neunter Größe festgestellt worden.

Die Perioden sind für den Wechsel nicht immer gleich und ebensowenig der erreichte Glanz, ferner zeigen sie bisweilen Rückschritte oder Sprünge oder sie setzen den Wechsel einige Zeit aus. Bei einigen Sternen lassen sich in den Hauptperioden sogar noch untergeordnete erkennen. Es treten also hier sehr verwickelte Verhältnisse ein, welche durch ein Zusammenwirken verschiedener Umstände hervorgebracht werden: der Entwickelungsprozeß des Gestirnes selbst und seiner Atmosphäre, seine Axendrehung, wobei wie bei unserer Sonne dunkle Flecke zum Vorschein kommen, welche die Lichtstärke vermindern können; das Dazwischentreten anderer kosmischen Stoffe, das theilweise oder völlige Bedecken durch dunkle Begleiter, es mögen nun Nebensonnen oder Planeten nebst Monden sein. Es ist auch möglich, daß in einzelnen Fällen zwei optisch nicht mehr trennbare Sterne bei ihrer gegenseitigen Einwirkung aufeinander in ihren Atmosphären Flutwellen erzeugen, durch welche Glanz, Lichtstärke und Farbe abgeändert werden. Es ist ganz natürlich, daß die Gravitationsverhältnisse der Stoffe beider Sterne eines Doppelsternes je nach der Stufe ihrer Entwickelung theils zu einander, theils zu den sie umgebenden Atmosphären einen schnelleren Wechsel von Farbe und Lichtstärke erzeugen werden, als sie bei einzeln, sehr weit von anderen abstehenden Sternen vorkommen.

Wenn man nun auch bisher meist nur an größeren Sternen, namentlich an den Doppel- und mehrfachen Sternen solche Wechsel ihrer Farbe und ihres Glanzes wahrgenommen hat, so ist doch durchaus kein Grund dafür vorhanden, daß solche Veränderungen nicht auch an den uns klein erscheinenden Sternen, ja überhaupt an allen Sternen im Weltraume, vorkommen sollten; aber nicht nur weil die Beobachtungen an sich schwierig, sondern auch weil dergleichen Wechsel meist in viel zu lange Zeiträume eingeschlossen sind, als daß wir jetzt schon und in der kurzen Zeit eines Lebensalters davon Kunde haben könnten, sind unsere Kenntnisse noch auf ziemlich enge Gränzen beschränkt. Es sind daher Zöllners

erfolgreiche Bemühungen, die jetzige Lichtstärke der Himmelskörper festzusetzen und auf ein bestimmtes Maß zurückzuführen und die Anwendung der Spektralanalyse zur Erforschung der Stoffe und ihrer Aggregatzustände von außerordentlicher Tragweite für die Erlangung tieferer Kenntnisse in den folgenden Jahrhunderten. Ehe eine bündige wissenschaftliche Entscheidung über die Natur der Vorgänge bei dem Wechsel der Farbe und der Lichtstärke eines Gestirnes getroffen werden kann, muß die Spektralanalyse noch genauer die Stoffe angeben, welche bei diesen Vorgängen eine Rolle spielen; es muß ferner die Aufeinanderfolge der Farben bei einer größeren Menge von Sternen festgesetzt werden, um das Gesetzmäßige der Erscheinungen zu erforschen und wie damit die Veränderung der dunklen Linien im Spektrum zusammenhängt; es muß bestimmt werden, ob die Erscheinungen eine Folge der Veränderung des Kernes oder der Atmosphäre oder beider zugleich sind.

Im allgemeinen werden wir aber auch jetzt schon die Farbenunterschiede bei den Fixsternen auf die Verschiedenheit und den Zustand der Stoffe bei der Verbrennung zurückführen müssen: je leichter ein Stoff ist, desto mehr nähert sich beim Verbrennen die Farbe dem Blau; je schwerer er ist, dem Roth, indem dort die Schwingungszahl unter übrigens gleichen Umständen größer werden kann als hier. Eine Bestätigung liegt darin, daß alle weißen und weißblauen Sterne nach der Spektralanalyse ein reichliches Vorhandensein von Wasserstoff zeigen, indem die zu ihm gehörigen Linien dunkel sind; die orangefarbenen Sterne zeigen keines. Die obige Annahme wird ferner dadurch bestätigt, daß sowol den Flammen durch die verschiedenen Stoffe, die in ihnen verbrennen, als auch den elektrischen Funken je nach den Körperstoffen, zwischen denen sie erscheinen, die nach jenem Prinzip ihnen zukommenden Farben in der That ertheilt werden. Außerdem ist festzuhalten, daß derselbe Stoff, wie wir es z. B. bei dem Stahle sehen, je nach seiner Temperatur sehr verschiedene Farben haben kann und daß die Farbenskala für die Zunahme oder für die Abnahme der Wärme eine ganz bestimmte ist. Wir unterscheiden ja schon in sehr gewöhnlichen Fällen, z. B. beim Eisen, die Rothglühhitze von der Weißglühhitze. Wenn von einem zweisternigen Doppelsterne der kleinere roth, der größere gelb oder weiß leuchtet; so ist dieses wohl ein deutliches Zeichen davon, daß jener schneller abkühlt und dann eher erlöschen wird, als dieser. Wenn also Fixsterne Veränderungen der Farbe und des Lichtes zeigen, so rührt dieses entweder davon her, daß sich bei der fortschreitenden Abkühlung andere Stoffe in ihrer Atmosphäre verdichten,

daß sie nach und nach verglühen, indem sich an ihrer Oberfläche Schlacken bilden oder auch, daß sie eine höhere Temperatur annehmen, wie es z. B. bei Sirius und Kapella der Fall gewesen ist, welche dem Ptolomäus noch roth erschienen und nun bei zunehmender Lichtstärke sich weiß zeigen.

Bevor aber die oben angeführten Untersuchungen nicht weiter fortgeführt worden sind, können wir noch nicht mit voller Bestimmtheit angeben, ob ein bestimmter Weltkörper im Entstehen und in der Entwickelung oder im Vergehen und Absterben begriffen ist; Eines aber steht jetzt schon fest:

> die Stoffe im ganzen Weltraume sind dieselben, die Gestirne sind unablässigen Umbildungen unterworfen und bewegen sich nach den bestimmten Gravitationsgesetzen, und es gilt als Grundsatz, die ganze Welt ist geworden und bleibt im Werden.

Die folgenden Betrachtungen werden nichts enthalten, was nicht als eine fortlaufende Reihe von klaren Bestätigungen davon anzusehen wäre.

c) Plötzliches Erscheinen und Verschwinden von Sternen.

Es ist durch unwiderlegliche Zeugnisse selbst aus vorchristlicher Zeit eine Thatsache festgestellt, welche unser größtes Erstaunen erregen muß, nämlich, daß sich von den verschiedensten Orten der Erdoberfläche aus und zu den verschiedensten Zeiten plötzlich aufleuchtende neue Sterne gezeigt haben. Einer der berühmtesten ist wol der von Tycho am 11. November 1572 im Sessel der Kassiopea aufgefundene, welcher mit seinem weißen Lichte und blendenden Glanze die Sterne erster Größe übertraf. Schon im Dezember desselben Jahres nahm aber seine Lichtstärke ab, er wurde gelblich, dann roth und erlosch mit aschfarbenem Scheine bereits nach sieben Monaten. Die dabei auftretende Farbenabstufung weiset offenbar auf eine Abnahme der Temperatur und ein allmähliges Verlöschen hin. — Aehnlich verhielt es sich mit einem Sterne im Schlangenträger, welcher von Keppler, Galilei u. a. beobachtet wurde.

Es ist aber auch bemerkt worden, daß Sterne, deren Licht nur bis zu einem gewissen Grade abgenommen hatte, plötzlich wieder mit neuem Glanze erschienen und dann wieder matter wurden und für die Beobachtung endlich verschwanden. So geschah es mit einem Sterne im Schwane (im Jahre 1600), mit η im Argus und auch mit der Mira im Wallfische.

Aber auch das Verschwinden alter Sterne, z. B. 55 im Herkules, 42 in der Jungfrau und noch von mehr als 70 anderen ist durch die neuesten Beobachtungen völlig zweifellos geworden, obwohl dieselben eigentlich nur eine äußerst kurze Spanne Zeit umfassen.

Es ist eine Naturnothwendigkeit, daß die Sonnen, da sie brennende Körper sind, einstens verlöschen werden. Wir können uns leicht eine mit den obigen Beobachtungen in eine sachgemäße Beziehung zu bringende Vorstellung von dem natürlichen Vorgange machen. Die jetzt noch mit klarem Lichte uns entgegenstrahlenden Fixsterne verlieren ihre Wärme allmählig in dem kalten Weltraume, ihr Licht wird nach und nach matter, indem es vom Weiß durch verschiedene Stufen bis zum Roth herabgestiegen ist; auf der noch feurigflüssigen Oberfläche bilden sich zuerst kleine Schlackenfelder, welche bei der Axendrehung des Gestirns zufolge der Fliehkraft besonders in der Aequatorialzone sich zu größeren Feldern ansammeln und durch einen matten Lichtwechsel am Gestirne sich verrathen; das zuletzt meist röthliche Licht, welches der wohl schon ganz fest gewordenen Oberfläche angehört, nimmt mehr und mehr ab, bis es endlich verschwindet, so daß die im Inneren noch glühendflüssige Masse durch eine feste dunkle Hülle eingeschlossen ist; aber die innere abgeschlossene Glutmasse bricht sich bei der Zusammenziehung der Rinde endlich eine Bahn durch diese, überflutet sie, und wir glauben das erhabene Ereigniß der Entstehung eines neuen Fixsternes vor uns zu sehen. Aber das Leuchten der überflutenden Glutmasse kann auf der verhältnißmäßig bedeutend kühleren Kruste nicht sehr lange währen, sondern muß in verhältnißmäßig kurzer Zeit wieder verschwinden. Dadurch ist ein erneuter, ja selbst noch ein öfterer, wenn auch meist schwächerer Durchbruch nicht ausgeschlossen. Wir haben es also in diesem Falle nicht mit einem neuen Sterne zu thun, sondern im Gegentheile mit einem recht alten, bei welchem das wiederholte Aufleuchten grade ein Zeichen seines Todeskampfes ist, wobei er zwar seine letzten Kräfte zu neuem Leben noch aufzuraffen sucht, aber desto eher als Fixstern zu sein aufhört, je öfter dieses geschieht.

Bei dem in der nördlichen Krone von Huggins im Mai 1866 beobachteten Sterne dritter Größe, welcher nach 12 Tagen zur ersten Größe aufgeflammt war, zeigten sich zwei Spectra: eines mit dunklen Linien und ein zweites mit hellen, von denen zwei Linien dem Wasserstoffe angehörten, so daß man das plötzliche Aufflammen einem Ausbruche dieses Gases aus dem hohlen Inneren des Gestirnes zuzuschreiben hat, ähnlich wie das freilich nur örtliche Hervorbrechen von Protuberanzen

an unserer Sonne. Da glühendes Wasserstoff bei einer geringen Leuchtkraft eine große Wärme besitzt, so war es fähig, die Oberfläche des Gestirns in einen leuchtenden Zustand zu bringen und selbst noch Stoffe in den gasigen Zustand zu versetzen, so daß das Hauptspektrum dem eines gewöhnlichen Fixsterns (einer Sonne) mit einem glühenden Kerne entsprach und das andere fünf hellglänzende Streifen zeigte, wie sie glühenden Gasen zukommen.

Steht eine dunkel gewordene Sonne in einer Entfernung von einer leuchtenden, wie sie die Fixsterne untereinander gewöhnlich besitzen, so wird es den, wenn auch ein ganzes Jahrtausend fortgesetzten Beobachtungen wol kaum gelingen, ihr Vorhandensein im Weltraume festzusetzen. Es befinden sich also unter den leuchtenden Sonnen wohl ebenso viele dunkle Sonnen. Wir nennen sie noch Sonnen und nicht Planeten, weil sie in keiner solchen Abhängigkeit zu einer leuchtenden Sonne stehen, wie die Planeten zu unserer Sonne. Solche Planeten können und werden wol auch bei den anderen Sonnen vorhanden sein, da die Entwickelung der Weltkörper und Weltkörpersysteme überall nach denselben Gesetzen vorsichgegangen ist und noch vorsichgeht; aber wir können sie, selbst wenn sie bei noch leuchtenden sich befinden, wegen ihrer Kleinheit und Lichtschwäche bei den so großen Entfernungen niemals erkennen und sie besitzen, wenn sie zu einer bereits dunkel gewordenen Sonne gehören, nicht einmal zurückgeworfenes Licht. Daß zwar unsere Sonne selbst noch leuchtet, nicht aber ihre Planeten, liegt darin, daß diese wegen ihrer Kleinheit leichter abgekühlt worden sind, jene aber auch zufolge ihrer gewaltigen Masse von jeher aus dem Weltraume noch Brennstoffe an sich gezogen hat. Bei den Planeten, welche zu einer noch leuchtenden Sonne gehören, wird die schnellere Abkühlung doch ziemlich lange Zeit noch gehemmt durch die Erwärmung von ihrem Zentralkörper. Die nur im Innern des Planeten noch vorhandene Glut zeigt ihre Einwirkung bis zu einer gewissen Stelle unter der Oberfläche, in welcher die Temperatur für jede geographische Breite in einer bestimmten Tiefe eine beständige ist. Oberhalb der Schicht, in welcher diese Stellen liegen, ist sie dem Wechsel des Sonnenstandes je nach den Tages- und Jahreszeiten unterworfen, wodurch dann der Grad des organischen Lebens bedingt ist. In früheren Zeiten haben z. B. bei der Erde die Punkte der beständigen und dabei höheren Temperatur weniger tief unter der Oberfläche gelegen, als es jetzt der Fall ist. Wenn nun die zu einer Schaar von Planeten gehörige Sonne allmählig abkühlt, so muß dieses in erhöhtem Maße bei den kleinen Planeten

und den noch kleineren Monden stattfinden, so daß endlich allen, freilich nach vielen, vielen Millionen von Jahren das unvermeidliche Schicksal bevorsteht, in der lautlosen Nacht des Weltraumes einen Erstarrungstod zu erleiden und daß sie einzig nur durch die Gravitation noch eine gewisse Fühlung zueinander behalten.

Wir haben schon oben erwähnt, daß solche Weltkörper und Weltkörpersysteme in jener gränzenlosen Zukunft einmal aus ihrem Todesschlummer erwachen und ihre Auferstehung feiern werden. Während ihrer Abkühlung wurde ihre lebendige Kraft durch den Weltäther übergetragen auf andere Stoffe und Körper im Weltraume. Diese übergetragene Kraft bewirkt es vorzüglich, daß die kosmischen planetarischen Nebel, welche sich durch die Gravitation weitzerstreuter Stofftheilchen zueinander gebildet haben, zu Nebelflecken werden, in denen alle Stoffe nach der Spektralanalyse bereits in einem gasigen Zustande, also mit einer ungemein hohen Temperatur vorkommen. Gerathen nun abgestorbene Welten in die große Glut solcher außerordentlich weit im Weltraume ausgedehnter Nebelflecke, so kann es nicht fehlen, daß ihre Stoffe nach und nach, theilweise auch rasch, entweder vollständig gasartig werden, oder sich nur so weit auflösen, daß ein glühendflüssiger Kern zurückbleibt.

Es wird niemals gelingen, aus den Gravitationsgesetzen einen Zusammenstoß fester Weltkörper und aus diesem theils eine Axendrehung, theils die Entwickelung einer so hohen Wärme abzuleiten, daß die festen Stoffe sich auflösen; wohl aber ist das Hineingerathen eines festen Körpers in einen außerordentlich weit im Weltraume verbreiteten Nebelfleck und dadurch zugleich eine bedeutende Massenaufammlung, verbunden mit gewaltigen Stoffumwandlungen nicht nur leicht denkbar, sondern wird uns förmlich angezeigt.

Dahin scheint mir der Lichtnebel in der Argo, vor welchem etwa 12000 Sterne der Milchstraße in unveränderter Stellung stehen, zu gehören; denn er leuchtet jetzt stärker als früher, während der darin befindliche Stern η schon bis zur sechsten Größe herabgesunken ist, also darin verzehrt zu werden scheint. Besteht der Lichtnebel vorzüglich aus glühendem Wasserstoffgase, welches für sich eine nur geringe Leuchtkraft besitzt, so ist dieser Vorgang leicht erklärlich.

Wie mannigfaltig aber und über alle Begriffe großartig die Umgestaltung der Weltkörper und die Umwandlungen der Stoffe im Weltraume sein müssen, zeigt u. a. der von Hind im Jahre 1852 bei den Hyaden entdeckte Nebel, denn er war 1855 noch so hell, daß d'Arrest

ihn selbst bei Mondschein noch erkannte; aber 1862 schon war er mit den besten Fernröhren nicht mehr aufzufinden und ein bei ihm stehender Stern neunter Größe war bis zu einem Sterne dreizehnter Größe herabgesunken.

2. Die Sonne.

Schon durch mäßig vergrößernde Fernröhre, ja selbst bisweilen mit bloßen Augen entdeckt man auf der hellen Sonnenscheibe dunkle Flecke, welche am Ostrande derselben erscheinen, sich nach dem Westrande hinbewegen und dort verschwinden; bei starker Vergrößerung erscheint aber die Sonne wie besäet mit kleinen länglichen Pünktchen oder Schüppchen, so daß sie dann einen Anblick gewährt, als ob weiße Flecke auf einem hellaschgrauen Grunde vorhanden wären. Da dieselben Flecke, häufig allerdings wol mit einiger Veränderung ihrer Gestalt, nach einiger Zeit am Ostrande wieder erscheinen, so ist daraus mitrecht auf eine Axendrehung der Sonne von Westen nach Osten geschlossen und dieselbe durch sorgfältige Beobachtungen auf 25 Tage 4 Stunden und 24 Minuten mittlerer Zeit festgesetzt worden. Aus der scheinbar bogenförmigen Bewegung der Flecke ist die Neigung des Sonnenäquators gegen die Bahn der Erde um die Sonne auf etwa 7° 9′ angegeben worden, also liegt die Erdbahn nicht genau in der erweiterten Ebene des Sonnenäquators. Daß die Sonne mit allen ihren Begleitern: den 116 bis jetzt entdeckten Planeten, 19 Monden und einigen Kometen noch eine im Weltraume fortschreitende Bewegung in einer krummlinigen Bahn besitzt, ist bereits oben (S. 50) mit Sicherheit abgeleitet worden. Jetzt wollen wir die natürliche Beschaffenheit der Sonne näher anzugeben suchen, indem wir die äußerst werthvollen Beobachtungen bei der letzten großen Verfinsterung am 18. August 1868 benutzen, da sich dabei eine Reihe so günstiger Umstände zusammenfanden, wie es in Jahrhunderten nicht mehr der Fall war.

Der Mond stand nämlich der Erde so nahe wie selten, so daß sein scheinbarer Durchmesser 1004,4 Winkelsekunden betrug, während er in der Erdferne nur 945,2 Sekunde ist und sein Schatten hatte die bedeutende Ausdehnung von 51569 Meilen. Dabei waren Erde und Sonne in derselben Zeit fast in der größten Entfernung (der Tag der eigentlichen Sonnenferne fiel auf den 1. Juli), so daß der Sonnendurchmesser sehr klein erschien, nämlich nur 963 Winkelsekunden.

Obwohl Erde und Mond sich beide von Westen nach Osten um

die Sonne bewegen, so geht die Verfinsterung auf der Sonnenscheibe doch stets auch nur von Westen nach Osten, weil der Mond bei seiner Bewegung eine größere Winkelgeschwindigkeit besitzt als die Erde, und weil die Erde um ihre Axe sich schneller von Westen nach Osten dreht, als der Mond in dieser Richtung vorschreitet, so bewegt sich der Mondschatten auf der Erde auch von Westen nach Osten, bei unserer Verfinsterung in einer 2000 Meilen langen und 30 Meilen breiten Zone von Abessinien aus über Vorder- und Hinter-Indien nach der Gruppe der Molukken mit einer an manchen Orten mehr als 6 Minuten dauernden Totalität. Lägen die Ebenen der Mond- und Erdbahn genau in dem erweiterten Sonnenäquator, so würden wir in der Mitte des Verfinsterungsgebietes auf der Erde nur zentrale ringförmige oder gänzliche Sonnenfinsternisse haben, wobei die Mittelpunkte der Körper in einer graden Richtung lägen. Bei dieser Sonnenfinsterniß befand sich der Mond im aufsteigenden Knoten seiner Bahn, d. h. in dem Punkte, von welchem aus er über den nördlichen Theil der Erdbahn tritt.

Bei dem Eintritte der gänzlichen Bedeckung des Sonnenkörpers empfangen wir von ihm selbst kein unmittelbares Licht. Die Sonnenkugel erscheint wie von einer dünnen durchsichtigen, zwar glänzenden, aber lichtschwachen Schicht umgeben; um diesen schmalen Raum mit einzelnen schießenden Strahlen wie etwa beim Polarlichte zeigt sich in weit ausgedehnter Umkränzung und mit auffallender Farbenpracht eine Lichtkrone in ihrem dichteren Theile bis auf $^1/_5$ des Sonnendurchmessers (gegen 38000 Meilen hoch), überhaupt bis auf $^3/_{20}$ der Entfernung des Merkur (also gegen $3^1/_2$ Mill. Meilen hoch). Diese Krone leuchtet mit ihrem polarisirten, also von ihr zurückgeworfenen Lichte des Sonnenkörpers noch so hell, daß man bei heiterer Erdatmosphäre noch gut lesen kann und die Gegenstände einen Schatten werfen. Unmittelbar bei der Bedeckung des Sonnenrandes durch den Mond zeigen sich hin und wieder an nicht immer denselben Stellen mattleuchtende, rosa bis violett gefärbte, und am Sonnenkörper selbst beginnende, also nicht freischwebende Hervorragungen wie Auswüchse, welche mit wechselnder Gestalt oben zackenförmig, bald mehr, bald weniger wie flackernde Flammen, aufleuchten, in einzelnen Zungen emporschießen und sich auf diese Weise nicht als feste Hervorragungen des Sonnenkörpers bemerklich machen. Sonnenfackeln ist für sie wohl der passendste Name. Merkwürdig ist es, daß sie da erscheinen, wo vorher auf dem Sonnenkörper größere Flecke beobachtet worden waren.

Von den vier bei unserer Finsterniß überhaupt vorhanden gewesenen

Hervorragungen zeichnete sich die eine durch ihre lebhaft glänzende Karminfarbe, durch ihre scharfe Begränzung, durch ihre horn- oder fingerförmige, oben nach Westen zurückgebogene Gestalt, durch ihre spiralförmige Bewegung und vorzüglich durch ihre wunderbar weite Erstreckung in die matter leuchtende Krone hinein aus. Die österreichischen Beobachter nahmen in Aden ihre Höhe zu 2 Winkelminuten (also über 11700 Meilen), die preußischen Beobachter zu $^1/_{14}$ des Sonnendurchmessers (über 13400 Meilen) und der französische Beobachter schätzte ihre Länge auf $^1/_{10}$ des scheinbaren Monddurchmessers, welches bei seiner damaligen Größe mehr als 19600 geben würde. Major Tennant gibt ihre Höhe zu 3 Minuten an und sagt, daß die Bewegung zickzackartig gewesen sei, was mit der auch durch die Photographie als spiralförmig erkannten gut übereinstimmt, wenn man die Vorderseite auf die Rückseite bezieht.

Dieses merkwürdige in seinem Inneren etwas hellere Gebilde war nicht nur während der ganzen Beobachtungszeit sichtbar, sondern erschien den preußischen Astronomen noch 32 Minuten nach der Verfinsterung noch ebenso und an derselben Stelle. Der französische Beobachter gab die Farbe als ein leicht ins Violette überspielendes Rosenroth an.

Aehnliche Erscheinungen sind auch schon bei früheren Sonnenfinsternissen wahrgenommen worden.

Bei der im Jahre 1842 beobachteten, mehr als 10000 Meilen hohen Protuberanz hat man bemerkt, daß sie von rothen Rauchsäulen begleitet war, welche bei ihrer aufsteigenden Bewegung einander kreuzten. Dieses Kreuzen ist auch nur durch eine spiralförmig aufwärts gehende Bewegung leicht erklärlich.

Bei der Sonnenfinsterniß im Jahre 1851 zeigte sich an der Westseite der Sonne eine auch hakenförmig gekrümmte Protuberanz von 12000 Meilen Höhe und in der Verlängerung ihrer Krümmung schwebte eine röthliche Wolke, welche mit der Säule zusammenhing.

Im Jahre 1860 bemerkte Warrende de Rue in einer ebenfalls säulenförmigen Protuberanz eine Spiralbewegung und auch 1865 war zu Conception eine in gleicher Weise gekrümmte Säule mit freischwebender Wolke sichtbar.

Wichtig für die Enträthselung dieser Erscheinung ist die kürzlich gemachte Entdeckung, daß man bei günstiger Atmosphäre diese Protuberanzen auch ohne Sonnenfinsterniß, also jederzeit mit dem Spektralapparat beobachten kann, wenn man nur die Sonne bis an ihren Rand bedeckt und das Licht des Sonnenkörpers abhält. Aus den

Beobachtungen auf der Berliner Sternwarte ergibt sich bereits, daß sich dieselben zeitweise an denselben Stellen, also mit Unterbrechungen zeigen. Unter allen Umständen beginnen diese säulenförmigen Protuberanzen am Sonnenkörper selbst und schweben nicht frei über ihm.

Die letzte große Sonnenfinsterniß hat in glänzender Weise bestätigt, was man aus den Beobachtungen des gewöhnlichen Sonnenspektrums mit Benutzung der durch die Spektralanalyse erlangten Kenntnisse vermuthete. Bei dem wirklichen Eintritte der Verdeckung des ganzen Sonnenkörpers durch den Mond verschwanden plötzlich alle dunklen Linien des siebenfarbigen Farbenbildes, und dasselbe ging in ein blasses kontinuirliches über, welches von der Krone, den Sonnenfackeln und Protuberanzen herrührte. Die Krone erscheint nach dem Eintritt der völligen Verfinsterung als ein den Mond umgebender weißer heller Schein in einer Ausdehnung von etwa $1/5$ des Sonnendurchmessers (38000 Meilen) mit einzelnen weithin fortlaufenden Strahlen und ist nur durch Beugung und Zurückwerfung des eigentlichen Sonnenlichtes sichtbar und deshalb auch polarisirt. Das von dem Sonnenkörper ausgehende Licht wird durch diese seine Atmosphäre um so mehr geschwächt, einen je längeren Weg es durch sie zu gehen hat, also gegen den Sonnenrand hin. Dieses ist durch die Beobachtung bestätigt worden. Kurz vor dem Ende der gänzlichen Verfinsterung, als der rothe Saum erschien, verschwanden im Spektroskope die Farben der größten Brechbarkeit fast vollständig, indem die hochrothe, rothe und orange noch ganz scharf, die gelbe noch etwas verschwommen, die grünen noch kaum bemerkbar, die blauen und violetten aber völlig verschwunden waren; zuletzt blieb nur noch eine Reihe rother, durch breite und dunkle Zwischenräume voneinander getrennter Bänder übrig.

Die Beobachtung dieser Sonnenfinsterniß hat uns also in dem Vertrauen, welches wir auf die Ergebnisse der Spektralanalyse setzten, wesentlich bestärkt: das Sonnenspektrum enthält in seinen schwarzen Linien wirklich ein förmliches Verzeichniß aller derjenigen Stoffe, welche in der Sonnenatmosphäre in einem gasigen Zustande vorhanden sind. Eine Täuschung ist hierbei gar nicht möglich, weil die Stellung der Linien untereinander eine äußerst bestimmte und auch ihre Stärke, wenigstens für die Zeit unserer bisherigen Beobachtungen eine sich gleichbleibende ist.

Nach Anführung dieser Thatsachen wird es gestattet sein, wenn ich meine theils neuen, theils von den gangbaren Anschauungen mehr oder

weniger abweichenden Ansichten über das ganze Wesen der Sonne kurz zusammenfasse.

Die Sonne ist, wie schon oben bemerkt, hohl. Außer den bereits angeführten Gründen spricht ihr sehr unbedeutendes spezifisches Gewicht von etwa 1,5 dafür. Wäre sie nämlich eine Vollkugel mit dem Durchmesser von ungefähr 187800 geographischen Meilen, so würde sie nur $1^1/_2$ mal so schwer sein, als eine ebenso große Kugel aus Wasser. Da nun aber selbst in ihrer Atmosphäre u. a. Eisen, dessen spezifisches Gewicht mehr als 7 beträgt, verbrennt, so müssen auf dem Sonnenkörper selbst sich noch schwerere Stoffe niedergeschlagen haben, oder ihr spezifisches Gewicht müßte als Vollkugel mehr als 7 betragen, was der Wirklichkeit widerspricht.

Secchi schließt aus seinen äußerst fleißigen Beobachtungen der Sonnenflecke, welche in den Polarzonen entstehen, sich nach der Aequatorialzone hin bewegen und nach einiger Zeit dort verschwinden, daß die Sonne an ihren Polen kälter sein müsse, als an ihrem Aequator. Die Erklärung dafür liegt darin, daß die Sonne hohl ist und die Dicke ihrer noch schmelzflüssigen Masse von den Polen nach dem Aequator hin wegen der Schwungkraft wächst. Die Schwingungskraft der Wärme gleicher Kugelausschnitte muß also von den Polen nach dem Aequator zunehmen, weil die Menge der schwingenden Massentheile zunimmt.

Auch die säulenförmigen Protuberanzen bestätigen in glänzender Weise das Hohlsein der Sonne. Weil jeder Punkt des Sonnenäquators während der Axendrehung in einer Sekunde nur etwa 6520 Fuß zurücklegt, so wird bei ihr weniger die Schwungkraft, als vielmehr die ungeheure Druckkraft der eingeschlossenen Gase mit ihrer außerordentlich hohen Temperatur dazu beigetragen haben. Es läßt sich nun sehr leicht denken, daß die Spannkraft der abgesperrten Gase sich endlich einen trichterförmig nachaußen sich verengenden Weg bahnt, daß durch diesen von dem Inneren des hohlen Sonnenkörpers aus, Stoffe in einem gasigen Zustande mit ungeheurer Gewalt hinausgetrieben werden, daß sie wegen des schiefen Stoßes an den Kraterwänden eine spiralförmig wirbelnde Bewegung in einer in ihrem Inneren weniger dichten aufsteigenden Säule annehmen und daß sie dabei verbrennen. Eine Bestätigung für diese Ansicht liegt noch darin, daß solche Protuberanzen in ihrem oberen Theile nach Westen zurückgebogen erscheinen; denn sie gelangen beim Aufsteigen während der Drehung der Sonne von Westen nach Osten in Schichten der Sonnenatmosphäre, welche bei derselben

Winkelgeschwindigkeit eine größere nach Osten gerichtete Geschwindigkeit besitzen als die Orte, von denen die Gase kommen, sie müssen also oben nach Westen zurückbleiben. Diese Protuberanzen müssen auf dem Sonnenkörper aufsitzen, weil die Gase unmittelbar nach ihrem Freiwerden angezündet werden. Daß der Krater nachoben sich verengen muß, ist klar, weil die Massen nach der Sonnenoberfläche hin mit abnehmender Wärme zäher werden. Je länger die Ausströmung währet, desto höher wird die Säule; in einer gewissen nach der Druckkraft sich richtenden Höhe bildet sich wie bei einer aus einem Dampfschornsteine steigenden Rauchsäule eine seitlich hinziehende gerade abgegränzte, nicht aber ausgezackte oder unruhig flackernde Wolke. Die nach Westen gerichtete Krümmung zeigt sich auch bei der bisweilen auf 25000 Fuß Höhe sich erhebenden Rauchsäule des 17700 Fuß hohen Cotopari und breitet sich oben auch aus.

Es ist natürlich, daß die Spannkraft der inneren Gase während des Ausströmens nach und nach abnehmen muß und die obere engere Oeffnung des trichterförmigen Kraters sich theilweise schließt, daß aber dann bei der neuen Absperrung die wieder wachsende Spannung sich grade an der früheren Stelle einen Ausgang verschaffen wird. Dadurch sind die neuerdings gemachten Beobachtungen an demselben Orte wiederholt erscheinender hoher Protuberanzen in völlig genügender Weise erklärt.

Die gewöhnlichen Sonnenfackeln, die man wohl auch Protuberanzen nennt, haben nach meiner Meinung einen ganz anderen Ursprung. Aus den Beobachtungen ergibt sich nämlich die merkwürdige Thatsache, daß sie gerade an denselben Stellen erscheinen, wo vor dem Eintritte der Verfinsterung am Sonnenrande soeben Flecke zu sehen waren. Aus diesem Zusammentreffen erscheint mir das Wesen und Aussehen der Flecke, die man sonderbarer Weise neuerdings nach Beseitigung früherer Hypothesen als Vertiefungen in dem dunklen Sonnenkörper ansehen will, auch leicht erklärlich.

Da auf dem Sonnenkörper ein Verbrennungsprozeß verschiedener Stoffe stattfindet, so kann es nicht fehlen, daß sich aus den leichter zerstörbaren namentlich in den Polargegenden vorhandenen Massen einzelne Oxydschichten und Schlackenpartien bilden.

Die Flecke, welche sich in höheren Breiten bilden, nehmen zufolge der Schwungkraft eine Bewegung nach dem Aequator an in einer unseren Passaten einigermaßen entsprechenden Richtung, wobei sie bei etwa 30 Grad Breite eine ziemlich bedeutende Geschwindigkeit haben.

Dabei verändern sie ihre Gestalt, nehmen öfters eine drehende Bewegung an, wie die morschen bei der Bewegung einander abrundenden Eisschollen des Grundeises, sammeln sich vorzüglich in der Nähe des Sonnenäquators zu größeren in einem Gürtel von etwa 12 Graden und nehmen dort mit einer Geschwindigkeit von 26 Meilen in einer Stunde an der Axendrehung der Sonne theil. Die Flecke, namentlich die größeren, sind fast immer mit einer weniger dunklen Einfassung umgeben, welche man früher Halbschatten (penumbra) nannte, und diese ist selbst wieder in Lichtwogen von größerer Helligkeit als der übrige Theil der Sonne eingeschlossen. Quer durch größere Flecken gehen bisweilen hellere Zungen, (Brücken oder sogen. Reiskörner), zum Zeichen, daß dort zwei kleinere Flecke zusammengetroffen sind. Nach einiger Zeit verschwinden die Flecke wieder, weil ihre Bestandtheile in der größeren Glut der Aequatorialzone aufgezehrt werden.

Wenn wir das Wesen der Sonnenflecke in dieser Weise auffassen, so ist ihr Aussehen und ihr Zusammenhang mit den Sonnenfackeln leicht erklärlich. Sind sie auf dem Sonnenkörper schwimmende dunkle Schlackenfelder, so muß die Temperatur über ihnen in der Sonnenatmosphäre etwas niedriger sein als nebenan, weil die Schlacke die Wärmeausstrahlung der glühenden Sonne einigermaßen hindert. Die natürliche Folge davon ist, daß sich über dem Schlackenfelde die in der Sonnenatmosphäre dampfartig vorhandenen Stoffe zu wolkenähnlichen Dünsten verdichten und bei größeren Feldern selbst über die Gränzen derselben etwas hinausgehen, während sie bei den kleineren sich mehr an ihre Gestalt anschließen und bei den kleinsten und dünnsten vielleicht gar nicht erst zur Entstehung gelangen. Die Schlacke selbst mit der über ihrer Mitte am meisten verdichteten Wolke erscheint als dunkler Kern, die Wolke an ihrem Saume als mattere Umgränzung; Flecke mit schwachem Kerne sind auch nur klein und kleine Flecke haben häufig gar keine mattere Begränzung, während große Flecke bisweilen scharf begränzt sind. Es ist natürlich, daß die Gränze bei schwacher Vergrößerung weniger hervortritt, als bei einer starken. Wenn sich ein Fleck dem Sonnenrande nähert, so muß wegen der Perspektive der Kern dem matteren Rande näher erscheinen.

Daß Kern und Hof wechselnde Gestalten zeigen, ergibt sich nicht blos daraus, daß die aus größeren Breiten wegen der nach dem Aequator hin wachsenden Schwungkraft hierher sich bewegen und dabei zu größeren sich verbinden, sondern auch, daß sie bei der hier stattfindenden höheren Temperatur allmählig wieder aufgezehrt werden.

Die Form der über dem Schlackenfelde schwebenden Wolke kann aber annähernd mit der des Feldes übereinstimmen, theils wegen der gleichzeitigen Bewegung der Sonnenatmosphäre, theils weil die Glut der schlackenfreien Umgebung vorzüglich am Rande des Schlackenfeldes die Dünste unaufhörlich verbrennt, während sie über der Mitte durch das Herabsinken aus der Sonnenatmosphäre erneuert werden. Auf diese Weise entstehen die mit unruhigem Lichte flackernden Sonnenfackeln, deren Glut die Ränder des Schlackenfeldes auch noch verzehren hilft, so daß es endlich ganz verschwindet. Nun ist es auch klar, daß die Sonnenfackeln und Protuberanzen, obwohl sie ohne Zwischenraum auf dem Sonnenkörper aufsitzen, keine festen Hervorragungen desselben, sondern, daß sie gasiger Natur sind.

Diese Ansicht wird durch die neuesten Beobachtungen von Secchi, welcher die Sonnenflecke unbegreiflicher Weise auch für Vertiefungen in dem Sonnenkörper hält, vortrefflich bestätigt. Das Spektrum von der Mitte der Flecken zeigt manche von den schwarzen Linien noch viel breiter, namentlich die vom Calcium, auch vom Eisen und zum Theil vom Chrom und Kobalt, am wenigsten die des Magnesiums; die des Natriums sind an den Rändern wolkig und andere sonst sehr feine kaum sichtbare Streifen werden sehr dunkel. Die Verbreiterung und größere Schwärzung der dunklen Linien rührt offenbar davon her, daß die ihnen zugehörigen Stoffe über den Flecken in einem dichteren Zustande vorhanden sind. Die sonst glänzenden Streifen werden theils matter, theils aber auch, wie die vom Wasserstoffe lebhafter, weil dessen ziemlich geringe Lichtstärke während des Verbrennens auf dem dunklen Untergrunde der Flecken selbstständiger hervortritt, als bei anderen Stoffen. Je tiefer schwarz die Flecken sind, desto merklicher treten die obigen Erscheinungen auf.

Daß alle Protuberanzen und Sonnenfackeln durch ihr eigenes im Verbrennungsprozesse entwickeltes Licht sichtbar sind, ist durch eine Beobachtung des Kapitän Branfill sicher gestellt, denn dieses Licht ist nicht polarisirt, wie das der Krone (in einer durch den Sonnenmittelpunkt gehende Ebene), welche übrigens ein kontinuirliches Spektrum zeigt, während die Protuberanzen ein Spektrum mit hellen Linien geben und zeigen, daß der Wasserstoff rings um die Sonne stark vertreten ist, denn die C-Linie erbleicht fast überall, sobald die F-Linie sehr schwach wird. Beide gehören dem Wasserstoffe an. Aber auch selbst Wasserdampf ist ermittelt worden.

Wenn bisher eigentlich nur aus den angestellten physikalischen

Versuchen ein Schluß auf die Beschaffenheit der Sonne gemacht worden war, so leiteten doch schon gewisse Wahrnehmungen darauf hin, daß die scheinbar sehr kühne Hypothese den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit besitzt.

Die zwei gelben Linien, welche eine Kochsalzflamme gab, verschwanden und an ihre Stelle traten dunkle Linien, wenn durch jene Flamme das weiße Licht eines Körpers (Platin) trat, dessen Spektrum für sich homogen, d. h. ohne alle Linien, weder dunkle, noch helle, war. Dieselbe Erscheinung trat auch ein, wenn man durch jene Flamme das Sonnenlicht gehen ließ; aber die dunklen Linien wurden noch dunkler, indem sie auf derselben Stelle (da wo die frauenhofersche Linie D ist) blieben, wenn durch jene Flamme beide Lichtstrahlen gingen. Daraus muß man den Schluß ziehen: das glühende Platin hat dieselbe Wirkung wie der glühende Sonnenkörper.

So sehen wir in dem vorher linienfreien Farbenspektrum eines glühenden festen oder tropfbaren Körpers genau an denselben Stellen, wo das Licht irgend eines anderen Stoffes in seinem Spektrum bestimmte farbige Linien zeigen würde, dann dunkle Linien, wenn jenes Licht durch dieses geht, und diese Linien werden stets noch dunkler, wenn Sonnenlicht dazutritt. Schon dadurch sind wir der Ueberzeugung von der Richtigkeit der Vorstellung sehr nahe geführt worden, daß der Sonnenkörper auch eine glühende Masse ist, umgeben von einer Atmosphäre, in welcher eine Menge von Stoffen in einem gasigen Zustande vorhanden sind. Ob aber bei der Sonne hinter den mit bestimmten Farbenbildern versehenen Spektren der verschiedenen Stoffe, welche in ihrer Atmosphäre vorhanden sein sollen, wirklich das durch dunkle Linien nicht unterbrochene Farbenbild von dem glühenden Sonnenkörper eintritt und nur durch dessen Licht die Farbenlinien der Stoffe ausgelöscht werden, ist thatsächlich erst jetzt ermittelt, indem bei einer gänzlichen Sonnenfinsterniß das Licht des Sonnenkörpers durch den Mond abgehalten wird zur Bildung des Spektrums beizutragen.

Die fleißigen Beobachtungen der Sonnenflecke haben das merkwürdige Ergebniß geliefert, daß ihre Anzahl in einem Zeitraume von 11 bis 12 Jahren abwechselnd einmal die größte und die kleinste wird. Mit dieser Periode fällt das Jahr des gewaltigen Jupiter zusammen, denn die Zeit seines siderischen Umlaufes beträgt 11,87 Jahre. Darin kommt er einmal in die Sonnennähe, 5,93 Jahre später in die Sonnenferne; in jenem Falle ist seine Anziehungskraft gegen die Sonne nahe $^1/_5$ größer als in diesem. Die Masse des Jupiter ist sieben Zehntel

von der aller Planeten und daher ist seine Anziehung gegen einen anderen Körper in einer Entfernung von 3 Millionen Meilen noch größer, als die der Sonne auf einen solchen Körper. Es ist daher gar nicht befremdend, daß er die auf der Sonnenoberfläche schwimmenden Schlackenmassen gleichsam als eine Fluthwelle ansammelt. Wie der kleine Mond auf unserer Erde eine ziemlich bedeutende Wasserfluthwelle zusammenzieht, so vereinigt der Jupiter während der Zeit seiner Sonnennähe die auf dem Sonnenkörper schwimmenden kleinen Schlackenfelder weit eher, als sie durch die bloße Schwungkraft sich ansammeln würden. Diese Auffassungsweise scheint mir eine werthvolle Bestätigung für die Natur der Sonnenflecke zu enthalten.

Neuerdings ist sogar noch ermittelt worden, daß diese Periode nur einer von den gleichen Zeitabschnitten eines größeren Zeitraumes mit Fleckenerscheinungen ist und daß selbst Venus und Erde bei der Zu- und Abnahme der Anzahl der Flecke von Einfluß sind, indem diese mit ihren Jahren übereinstimmen. Die Anziehung der Venus ist aber siebenmal kleiner, als die des Jupiter, daher ihr Einfluß auch bedeutend geringer. Die Ermittelung anderer Perioden bleibt der Zukunft vorbehalten.

Es bleibt künftigen Forschungen vorbehalten, den Grund davon zu ermitteln, daß die Schwankungen der Magnetnadel in die Periode des Jupiterjahres und der Sonnenflecke eingeschlossen sind.

Wenn die Frage aufgeworfen wird, wodurch die Sonne ihre Wärme in einem scheinbar unverändertem Grade behält, so ist zu bemerken, daß sie noch ein außerordentlich großes Maaß derjenigen Wärme besitzt, welche ihr in dem noch vollkommen gasigen Zustande als kosmischer Nebel zukam, daß sie ferner durch eine allmählig fortschreitende Verdichtung und durch den an ihrer Oberfläche ununterbrochen Statt findenden Verbrennungsproceß theils der ausströmenden Gase, theils der sich aus ihrer Atmosphäre niederschlagenden und auch der aus größerer Entfernung angezogenen Stoffe neue Wärme gewinnt, wenn sie als Ganzes durch Ausstrahlung in den Weltraum auch verloren hat. Da ferner das absolute Gewicht der Sonne außerordentlich bedeutend ist, so muß zufolge der Gravitation der Druck von der sie umgebenden Atmosphäre auf die Oberfläche sehr bedeutend sein. Die natürliche Folge davon ist, daß dadurch nicht nur ein sehr hoher Wärmegrad herbeigeführt, sondern auch erhalten wird. Die große Glut unmittelbar über dem Sonnenkörper zeigt sich darin, daß derselbe, wie auch bei der letzten Sonnenfinsterniß erkannt worden ist, mit einer dünnen, durchsichtigen und sehr

glänzenden Schicht eingefaßt ist. Wegen der äußerst hohen Temparatur sind alle Stoffe darin im gasigen Zustande; darüber erst erscheint die Atmosphäre als Krone.

Ungeachtet dieses hohen Wärmegrades der Sonne schreitet die Abkühlung des Ganzen wegen der Ausstrahlung in den kalten Weltraum doch unaufhaltsam fort, wenn wir auch selbst im Laufe von Jahrtausenden dafür ein sicheres Maaß zu gewinnen nicht vermögen. Sie ist demselben unerbittlichen Naturgesetze unterworfen und macht zu unseren Gunsten keine Ausnahme: alle sind vor dem Gesetze gleich. Nicht blos auf unserer verschwindend kleinen Erde, sondern in dem ganzen unendlichen Weltraume ist eine ewige Bewegung, eine ewige Umwandlung der Stoffe, Umgestaltung der Körper, Veränderung der Bewegungsarten nach ewig unwandelbaren Gesetzen der Ordnung trotz des scheinbaren Chaos der Formen und Erscheinungen.

3. Unser Planetensystem.

a) Allgemeine Theorie seiner Entstehung.

Es liegt nicht im Plane dieser Schrift, die Planeten einzeln einer eingehenden Musterung zu unterwerfen, weil ich nicht eine Astronomie zu schreiben die Absicht habe; sondern ich will zeigen, wie sie und die zu ihnen gehörigen Monde und Ringe mit der Sonne einerlei Ursprung aus einem kosmischen Nebel haben und demnach heute noch ein zusammengehöriges Ganzes bilden. Letzteres zeigt sich nicht blos darin, daß sie alle aus denselben Stoffen bestehen, sondern auch in der gleichen Richtung ihrer Bewegungen: die Monde bewegen sich um ihren Planeten, die Planeten mit den Monden um die Sonne, diese, sowie jeder Planet um eine Axe durchaus nur in der Richtung von Westen nach Osten.

Wenn wir kosmische Lichtnebel mit einer Anzahl von heller leuchtenden Punkten in ihnen wahrnehmen, so liegt der Gedanke nahe, daß auch unser Planetensystem in früheren, außerordentlich weit zurückliegenden Zeiträumen für einen hinreichend entfernt gedachten Beobachter dasselbe Aussehn gehabt haben werde; denn auch die Planeten sind alle glühend und mit einer weit ausgedehnten Lichtnebel-Atmosphäre umgeben gewesen. Die Erde z. B. muß, als sie selbstständig auftrat, eine Temperatur von mindestens 6000 Graden gehabt haben, weil alle Schwermetalle, Platin nicht ausgenommen, in einem Zustande

gefunden werden, welcher keinen Zweifel übrig läßt, daß sie einst in einem flüssigen Zustande vorhanden waren.

Wir können aber auch rückwärts alle Stoffe nicht blos in einen tropfbaren, sondern selbst in einen gasigen Zustand verwandeln. Dr. L. Elsner hat in dem Gutofenfeuer der berliner Porzellanmanufactur diese Umwandlung für eine ganze Reihe von Gebirgsarten, Mineralien, Metallen und Metalloxiden selbst schon bei einer Temperatur von 2500 bis 3000° C. nachgewiesen: in Porzellan eingebranntes Gold und Platin waren schon nach 12 Stunden vollständig verflüchtigt, ebenso hatte der Kohlenstoff (Graphit) die ganze poröse Masse des unglasurten Porzellan so durchdrungen, daß sie grau gefärbt war. Es gibt kein Metall, was nicht verflüchtigt werden könnte; Topas und Turmalin waren dabei noch unschmelzbar. Das Silber hat man neuerdings sogar gewissermaßen überdestillirt (sublimirt).

Es hat also durchaus keine Schwierigkeit, alle Stoffe der Monde, Planeten und der Sonne in den Gaszustand verwandelt und zu einer kosmischen Wolke in einem kugelförmigen Raume gleichmäßig vertheilt uns zu denken, zumal die Astronomie dergleichen Gebilde im Weltraume schon viele entdeckt hat. Ja wir könnten noch weiter zurückgehen und den Zustand eines planetarischen Nebels als den ersten Keim zu unserem Planetensystem ansehen.

Wenn wir nun der kosmischen Wolke (oder auch schon dem planetarischen Nebel) eine selbstständige Axendrehung beizulegen berechtigt wären, so würden wir schon durch die bisjetzt erlangten Kenntnisse befähigt sein, die Entstehung unseres Planetensystems und alle dabei noch so verwickelt erscheinenden Thatsachen auf einfache Naturgesetze zurückzuführen, namentlich die bei allen gleiche Richtung der Bewegungen.

Newton erklärt mit großer Offenheit, daß er die der Sonne und aller Planeten gemeinschaftliche Drehung und die gleiche Richtung der Bewegung dabei aus Naturgesetzen zu erklären nicht vermöge, und daß er sich genöthigt sähe, die Hervorrufung dieser Vorgänge dem Willen einer höheren Kraft zuzuschreiben. Laplace will die Drehung der losen Urnebelmasse, welche die Wiege für unser Planetensystem gewesen ist, durch einen seitlichen Stoß hervorgebracht wissen und spätere Astronomen haben sich sogar die gedankenlose Mühe gegeben, zu berechnen, wo und wie stark jeder einzelne Planet müsse gestoßen worden sein, um gerade die ihm zukommende Drehungsgeschwindigkeit zu erhalten. Niemand sagt, welche Weltkörper diese Stöße ertheilt haben sollen oder bespricht die Frage, ob es nach den Gravitationsgesetzen überhaupt möglich ist,

daß Weltkörper aneinander streifen, einander seitlich stoßen können. Wäre übrigens schon der kosmische Nebel gestoßen worden, so würden seine lockeren zerstreuten Massentheile nur an der getroffenen Stelle und deren Umgebung in eine unordentliche Bewegung, nicht aber die ganze Dunstmasse in Drehung versetzt worden sein.

Die Axendrehung unserer kosmischen Wolke und die Beschleunigung derselben war das Ergebniß zweier Gravitationskräfte, der einen, welche allen Massentheilchen eine Bewegung nach dem Mittelpunkte der Dunstkugel vorschrieb, und der anderen, welche die ganze Kugel, also auch jedes ihrer Theilchen in einer sehr mäßig gekrümmten Bahn im Weltraume forttrieb, wie sie heute noch in der Bewegung der Sonne mit ihrem ganzen Systeme von Planeten und Monden sich wirksam zeigt, indem sie der Gravitation zu einer anderen gewaltigen Masse, einer Zentralsonne oder einer Gruppe von Sonnen (Plejaden) folgt. — Die erste der beiden Kräfte wirkte als Zentralkraft, die zweite als Tangentialkraft, damals aber nicht schon, wie jetzt, nach dem Sternbilde des Herkules hin (vergl. S. 50), und aus beiden Kräften setzte sich die Axendrehung zusammen.

Wenn freilich die kosmische Wolke mit ihrem Mittelpunkte fortwährend genau gradlinig nach einem gewissen Ziele im Weltraume hingegangen wäre, so hätte die Axendrehung nicht entstehen können. Wie aber im ganzen Weltraume gradlinige Bewegungen nicht vorkommen, so war es auch hier der Fall, indem das Ziel der Gravitation seitwärts von der Bahn der kosmischen Wolke lag, wie es heute noch der Fall ist. Wenn wir uns die kugelförmige kosmische Wolke durch eine auf ihrer Bahnebene lothrecht stehende Fläche so halbirt denken, daß die Bahulinie ihres Mittelpunktes in der Halbirungslinie liegt; so ist die Einwirkung des Zentralgestirnes auf die beiden ungleichweit entfernten Hälften der ungemein weit ausgedehnten Kugel ungleich gewesen: die innere und nähere Hälfte wurde stärker angezogen und in ihrer fortschreitenden Bewegung etwas zurückgehalten, als die äußere und entferntere, so daß deren Theile in ihrer Vorwärtsbewegung weniger gehemmt wurden. Die natürliche Folge davon war, daß die Kugel sich mit dem an der äußeren Seite der Bahn liegenden vorderen Theile (Quadranten) kräftiger vorwärts gehend nach dem vorderen Theile (Quadranten) der inneren Seite sich bewegen, also drehen mußte. Man wird der richtigen Vorstellung von dem Vorgange einigermaßer zuhilfe kommen, wenn man sich bei der Kugel eine Reibung denkt, welche auf der inneren Seite der krummen Bahn größer ist, als auf der äußeren.

So entstand also eine Axendrehung im Sinne der fortschreitenden Bahn, indem der kosmische Nebel mit seiner Außenseite sich vorwärts in der Richtung der Bahn bewegte.

Die lockere Dunstkugel bestand aus den verschiedenartigsten Urstoffen in chaotischer Vermengung. Zufolge der allgemeinen Massenanziehung ihrer Bestandtheile zueinander und der chemischen Verwandtschaft verschiedener Stoffe untereinander verdichtete sich die Kugel, d. h. die Massentheile nahmen mehr und mehr eine Bewegung nach dem Mittelpunkte als gewissermaßen dem Sitze der Gesammtanziehung an, wobei das in der Gravitation liegende Bestreben, nach allen Richtungen hin das Gleichgewicht herzustellen, nur in der Kugelgestalt seine Befriedigung findet.

Die Folgen davon waren für die Kugel als Ganzes:

1. eine Erhöhung der Temperatur,

2. eine Beschleunigung der Drehungsgeschwindigkeit, denn so wie jetzt bei uns ein fallender Körper während seiner Annäherung an den Mittelpunkt der Erde beschleunigt wird, so ging auch damals jedes Massentheilchen jener urspüglich lockeren Kugel fallend vorwärts, und darin liegt eben die Beschleunigung der Axendrehung.

Wir erkennen diese Vorstellung thatsächlich noch an Gebilden im Weltraume. Der Nebel im nördlichen Flügel der Jungfrau zeigt uns, wie eine Reihe einzelner Streifen kosmischer Stoffe in einer bei allen nach einem Mittelpunkte sich mehr und mehr krümmenden Bahn zufließen und der Nebel am linken Ohre des Asterion (im Jagdhunde) läßt uns in seiner Schneckenform erkennen, wie die Gesammtmasse des Nebels mit wachsender Krümmung (also auch mit wachsender Geschwindigkeit) einem Mittelpunkte zuströmt. Die Winkelgeschwindigkeit jedes bestimmten Massentheilchens wird nach dem zweiten keplerschen Gesetze unter Festhaltung einer sich gleichbleibenden Kraft desselben in demselben Verhältnisse größer in welchem die Bahn enger wird.

3. Eine weitere Folge der wachsenden Drehungsgeschwindigkeit war die Vergrößerung der Abplattung der Gesammtmasse, d. h. der Durchmesser des Aequators wuchs, während die Axe abnahm.

4. War endlich die stark sich abplattende und drehende Kugel bereits in einem feurigflüssigen Zustande, wobei sie übrigens von einer weit ausgedehnten und noch dichten Atmosphäre aus den verschiedenartigsten Stoffen umgeben sein konnte; so mußten sich aus der Gegend ihres Aequators, wo die Fliehkraft am größten ist, nach Erlangung einer gewissen Drehungsgeschwindigkeit größere oder kleinere Massen je

nach dem Grade ihrer Dichtigkeit und der Stärke des Zusammenhanges der Theile untereinander von dem Ganzen ablösen und abgeschleudert werden.

Nach jeder Abschleuderung mußte der Zentralkörper etwas langsamer sich bewegen, weil er grade da, wo seine Rotationskraft am größten war, nämlich am Aequator, etwas von seiner Masse verloren hatte.

Wenn aber zufolge der fortschreitenden Verdichtung die Drehungsgeschwindigkeit und Abplattung im Laufe der Zeiten wieder zunahm, so mußten dergleichen Abschleuderungen von Zeit zu Zeit sich wiederholen und namentlich, wenn durch die Nähe eines schon vorhandenen Körpers am Zentralkörper Fluthwellen gebildet wurden.

Es ist naturgemäß, daß ein kleiner Körper (Mond) auf einem anderen ihm nahen (Erde) weit größere Fluthwellen zu erzeugen fähig ist, als ein großer (Sonne), welcher in einer bedeutenden Entfernung ist, auf demselben Körper (Erde) hervorbringt, weil bei einem sehr entfernten, wenn auch mächtigen Körper seine Anziehung auf die verschiedenen Stellen des angezogenen, namentlich also auch auf den nächsten und den entferntesten Punkt, fast gleich stark wirkt.

Wenn manche Kometen bei ihrer Annäherung zur Sonne bisweilen zwei Schweife (oder eigentlich in die Länge gezogenen Hervorragungen) zeigen, einen der Sonne zugekehrten und einen von ihr abgewendeten, so können wir dieselben wol ohne Bedenken für zwei einander entgegengesetzt liegende Fluthwellen halten.

Wenn nun von dem feurigflüssigen, um eine Axe sich drehenden Zentralkörper aus seiner Aequatorialzone einzelne Massen abgeschleudert wurden, so ist es leicht ihr weiteres Schicksal zu verfolgen.

a) Die abgelösten Massen gestalteten sich zufolge der Gravitation ihrer Theile zueinander sofort kugelförmig.

b) Sie flogen im Weltraume nur so weit fort, bis ihre Fliehkraft im Gleichgewicht gehalten wurde durch die rückwirkende Anziehungskraft zum Mutterkörper oder Zentralkörper. Die Flugbahn war nicht eine grade, mit der Richtung der Fliehkraft im Ablösungspunkte zusammenfallende, sondern eine parabolisch gekrümmte Linie, weil der Körper mehr und mehr aus dem Bereiche der Anziehungskraft des Mutterkörpers kam, dessen Kraft abnahm, wie die Quadratzahlen der Entfernung wuchsen, während die Fliehkraft von dem Augenblicke der Ablösung an nach dem Beharrungsgesetze ihm eine gleichmäßige Bewegung ertheilen wollte. Die Linie hatte also ihre stärkste Krümmung am Zentralkörper.

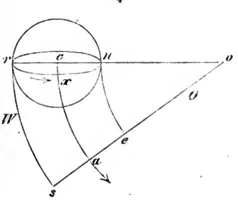
c) Die abgeschleuderte Masse mußte sofort eine zweifache Bewegung annehmen:

α) eine **Umlaufsbewegung** oder Revolutionsbewegung um den Zentralkörper in einer freien geschlossenen Bahn, indem der neue Körper in jedem Augenblicke der **Tangentialkraft** in einer Richtung folgte, wie sie als resultirende oder zusammengesetzte Kraft nach den früher (S. 31) angegebenen Gesetzen sich ergibt. Der Anfangspunkt dieser Bahn lag in jenem Gleichgewichtspunkte der beiden Seitenkräfte, der **Fliehkraft** des Körpers im Ablösungspunkte und der **Zentralkraft** des Mutterkörpers nicht **vor**, sondern **nach** der Ablösung.

Da der abgeschleuderte Körper in Bewegung und zwar auf einer paraboliſchen Bahn begriffen war, als er in jenem Gleichgewichtspunkte ankam; so setzte er nach dem Beharrungsgesetze die Bewegung auch fort. Wäre er in einer graden Richtung abgeflogen, so würde er durch die beiden, in grader Richtung gegeneinander wirkenden Seitenkräfte in jenem Punkte festgehalten worden sein und würde eine Axendrehung auch nicht erhalten haben.

β) Der Körper nahm sofort nach seiner Ablösung vom Zentralkörper eine **Umdrehungsbewegung**, eine Axendrehung an und zwar in der Richtung der Umlaufsbahn. Dieses läßt sich auf folgende Weise sehr leicht erkennen.

Ist o in Fig. 4 der Mittelpunkt des Zentralkörpers, c der des abgeschleuderten, r n der in der Richtung von o c liegende Durchmesser des letzteren und gibt o a die Richtung seiner Bahn um o an; so beschreibt der von o weiter entfernte Punkt r eine größere Bahn um den Zentralkörper in derselben Zeit, als der nähere Punkt n (der Weg r s ist größer, als n e), es ist also die Geschwindigkeit des ersteren und bei derselben Massenhaftigkeit mit n auch seine Bewegungskraft (sowohl Schwung- als auch Tangential- und Rotationskraft) eine größere, als bei n. Die nothwendige Folge davon war, daß die Kugel sofort nach ihrer Entstehung eine Axendrehung von r über x nach n annehmen



mußte. Wenn also die Revolutions-Bewegung von Westen (W) nach Osten (O) stattfand, so mußte die Axendrehung oder Rotationsbewegung auch in derselben Richtung eintreten, weil das Bewegungsmoment der ganzen nachaußen liegenden Westhälfte der Kugel in dieser Richtung größer war, als das der nachinnen befindlichen Osthälfte.

Je größer der Durchmesser r n des abgeschleuderten Körpers ist, desto größer ist auch der Unterschied der Bewegungskräfte von r und n und desto größer muß auch unter übrigens gleichen Umständen die Geschwindigkeit der Axendrehung des Körpers werden.

Es konnte übrigens nicht fehlen, daß der vom Zentralkörper sich ablösenden Hauptmasse noch andere rückwärts oder westlich gelegene und mit ihr zusammenhängende Massen nachstürzten und daß diese wegen ihrer Fliehkraft stoßend auf die äußere oder Westseite von jener wirkten, wodurch die Axendrehung befördert wurde.

d) Die abgeschleuderten kugelförmigen Massen mußten endlich sich auch abplatten, da sie feurigflüssig waren und sofort bei ihrer Entstehung eine Axendrehung angenommen hatten. Hätten wir für die Erde nicht genug andere Beweise davon, daß sie ursprünglich in einem feurigflüssigen Zustande gewesen ist, so würden wir schon aus ihrer Abplattung darauf zu schließen berechtigt sein, denn nur unter dieser Annahme stimmt die aus ihrer Größe, Drehungsgeschwindigkeit und Gravitation berechnete Abplattung mit der durch unmittelbare Messungen thatsächlich ermittelten. — Gasig war übrigens die Erde als Ganzes bei ihrer Entstehung nicht mehr, ebensowenig wäßrigflüssig oder breuartig. Dagegen spräche der Schichtenbau ihrer Rinde und das ganz bestimmte Verhältniß ihrer chemisch zusammengesetzten Körper. In den Graniten sind etwa 62, in den Körpern der Oberfläche nur 16, in den ozeanischen Gewässern 6 Grundstoffe vorzüglich vertreten. Der einheitliche Urzustand aller Stoffe unseres Planetensystems vor seiner Entwickelung war allerdings der gasige. — Daß der ursprüngliche Zustand der Erde auch nicht ein wäßrigflüssiger gewesen sein kann, ergiebt sich daraus, daß die allermeisten Stoffe, welche die Erde bilden, schwer löslich sind und zu ihrer Auflösung weit mehr Wasser würden bedurft haben, als selbst jetzt vorhanden ist. — Ebenso wenig kann man die Erde in ihrem ursprünglichen Zustande als breuartig ohne einen höheren Grad von eigener Wärme sich denken, weil sie gleich anfangs die außerordentlich niedrige Temperatur des Weltraumes würde gehabt haben müssen, sich also weder kugelförmig überhaupt, noch abgeplattet hätte gestalten können. Abgesehen von vielen

anderen Gründen, beweisen die aus den Kratern der Vulkane bisweilen hervorbringenden Lavaströme, daß das Erdinnere selbst jetzt noch in einem glühendflüssigen Zustande sich befindet, da durch chemische Prozesse die im Inneren abgeschlossenen Massen nicht geschmolzen werden können.

Wenn nun die abgeschleuderten Massen noch feurigflüssig waren und sofort nach ihrer Ablösung nicht nur die Kugelform, sondern auch eine selbstständige Axendrehung annahmen; so mußten sie auch ihrerseits zu Abschleuderungen fähig sein, wenn dazu nur die nöthigen Bedingungen eintraten.

b) Besondere Erscheinungen.

Wir wollen nun untersuchen, ob die in unserem Planetensystem hervortretenden Thatsachen mit der oben nur in allgemeinen Zügen entwickelten Abschleuderungstheorie sich in Uebereinstimmung bringen lassen oder nicht. Wenn wir irgendwo auf einen Widerspruch gegen Naturgesetze gerathen, so muß sie sofort verworfen werden.

Obwohl bisjetzt 116 Planeten entdeckt sind, so werden wir doch nur 9 Ablösungen vom Mutterkörper, dessen Rest unsere Sonne ist, anzunehmen veranlaßt sein. Zuerst entstand der entfernteste (Neptun), zuletzt der nächste (Merkur). Die Reihenfolge nach ihrer Entfernung ist: Neptun, Uranus, Saturn, Jupiter, dann folgt eine Schaar von 108 sehr kleinen Planeten, die man Plantoiden oder Asteroiden nennt, und welche wir als Planet x zusammenfassen wollen, nun folgen Mars, Erde, Venus, (Merkur.) Die vier ersten pflegt man obere, die vier letzten untere Planeten zu nennen.

Ob der äußerste Planet Neptun sich blos zufolge der beschleunigten Axendrehung des Zentralkörpers vor vielen Millionen, ja Billionen Jahren oder zufolge der Annäherung eines anderen, wenn auch nur unbedeutenden Weltkörpers von ihr abgelöst hat, wird niemals angegeben werden können. Thatsache ist es, daß seine Bahn um den Zentralkörper nicht ein Kreis, sondern eine Ellipse, also eine länglichrunde ist, auf welcher er während eines ganzen Umlaufes dem Zentralkörper einmal am nächsten, und in dem diametral gegenüber liegenden Punkte am entferntesten ist. Auf diese Gestalt der Bahn kommen wir noch zurück. Es ist klar, daß Neptun in jenem Punkte seiner Bahn ungeachtet seiner Kleinheit an dem großen damals noch nicht so weit von ihm entfernten Mutterkörper eine ihm zugewendete Fluthwelle wird erzeugt haben. Zeigen doch, abgesehen von Jupiter auch jetzt noch

Venus und Erde einen anziehenden Einfluß auf die mächtige Sonne, indem sich bei der Zu- und Abnahme der Sonnenflecke gewisse Stufen zeigen, welche mit dem Jahre der Venus übereinstimmen. Die durch den Neptun erzeugte Fluthwelle löste sich endlich, nachdem die Geschwindigkeit der Axendrehung hinreichend groß geworden war, von dem Zentralkörper ab und erzeugte den Uranus; gleichzeitig trat die abgewendete kleinere Fluthwelle in den Zentralkörper zurück, um das für einen Augenblick gestörte Gleichgewicht sofort wieder herzustellen.

In gleicher Weise erzeugte Uranus den Saturn u. s. w., endlich Venus den Merkur, welcher aber wahrscheinlich noch nicht der letzte Planet ist. Wenn Merkur wirklich Störungen auf seiner Bahn erfahren hat, wie einige Astronomen annehmen, so ist jetzt schon ein noch näherer Plan vorhanden; daß derselbe mit Sicherheit noch nicht aufgefunden worden ist, kann darin seinen Grund haben, daß er sich noch in einem glühenden Zustande befindet, also auf der Sonnenscheibe bei seinen Vorübergängen nicht erkannt wird, aber auch während einer seitlichen Stellung von ihr doch allzuwenig leuchtet, als daß er bei dem starken Sonnenlichte bemerkbar wäre.

So lange als die abgeschleuderten Planeten noch in einem feurigflüssigen Zustande waren, mußte das ganze System von Körpern einem entfernten Beobachter im Weltraume als ein Nebelfleck mit mehreren leuchtenden Punkten erscheinen, wie wir deren von der Erde aus jetzt noch im Weltraume mehre wahrnehmen, z. B. einen Nebelfleck in der Hydra, welcher im Spektrum nur einzelne helle Linien zeigt. Dieser Zustand eines in der Bildung begriffenen Systems von Weltkörpern ist in der That ein natürlicher, weil alle zusammengehörigen Körper, wenigstens die dem Zentralkörper nächsten und jüngsten, noch mit einer dichten, heißen, leuchtenden und sehr weit sich erstreckenden Hülle umgeben sein mußten. Gerieth damals ein Komet in ein solches System von Körpern, so war er unwiderruflich verloren und seine Stoffe vermischten sich mit denen der anderen Körper.

Die einzelnen Planeten wurden bei ihrer Entstehung nicht sogleich bis zu denjenigen Entfernungen von der Sonne, welche sie jetzt besitzen, weggeschleudert, sondern waren alle ihr näher. Sowie nämlich ein neuer Planet von dem Zentralkörper sich ablöste und dieser somit an Masse und Anziehungskraft nachaußen verlor, folgte jeder ältere seiner Fliehkraft so lange, bis zwischen ihr und der verminderten Zentralkraft das Gleichgewicht hergestellt war. Als Uranus entstand, flog Neptun weiter fort in den Weltraum; sowie Saturn sich loslöste, flogen Uranus und

Neptun weiter fort u. s. w., so daß auch unsere Erde zweimal dieses Schicksal erfuhr, nämlich als Venus und dann als Merkur entstand. Wir werden später die deutlichsten Beweise davon anführen. Auch der von uns angenommene Planet X mußte sich von dem Zentralkörper urplötzlich eine Strecke in den Weltraum hinaus entfernen, als dieser um die Masse des Mars erleichtert wurde.

Wir werden später finden, daß diese so einfache und naturgemäße Annahme allein imstande ist, die für die Erde ebenso verhängnißvollen als bisher räthselhaft gebliebenen zwei Kälteperioden und die Zerstörung des Planeten X sachgemäß zu erklären.

Weil die Rotationskraft des Zentralkörpers nach jeder Abschleuderung geringer wurde, konnte jeder später entstandene Planet nicht so weit fortfliegen, als der unmittelbar vorher entstandene. Die Reihenfolge, in welcher wir jetzt die Planeten unseres Systems vorfinden, ist auch die ihrer allmähligen Entstehung. Die Richtigkeit dieser Behauptung geht aus verschiedenen Thatsachen hervor, welche zugleich eine Bestätigung der Abschleuderungstheorie sind.

Daß zunächst die Anfangsgeschwindigkeit eines jeden Planeten in seiner Bahn durch die Größe der Zentralkraft bestimmt worden ist, folgt daraus, daß jetzt noch die mittlere Bahngeschwindigkeit von derselben Kraft der Gravitation abhängig ist, wie sie in der jetzigen Entfernung auf die Planeten wirkt.

Die Entstehung sämmtlicher Planeten aus einer einzigen Dunstkugel mit einer selbstständigen Axendrehung geht also in der That auch daraus noch hervor, daß die mittlere Geschwindigkeit der nachträglich aus ihr entstandenen Planeten in ihren Bahnen vom äußersten (Neptun) nach dem innersten (Merkur) hin stetig in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem die Entfernung abnimmt, wie es bei einer gleichen Winkelgeschwindigkeit der in demselben Drehungsradius befindlichen Theile nothwendig ist. Die Reihenfolge der beobachteten Werthe beträgt, wenn die mittlere Bahngeschwindigkeit der Erde gleich 1 gesetzt wird: Neptun 0,18246, Uranus 0,22833, Saturn 0,32378, Jupiter 0,43841, Asteroiden im Mittel 0,58677, Mars 0,81013, Erde 1,0000, Venus 1,1758, Merkur 1,6073.

Nur wenn wir annehmen, daß die Bestandtheile aller Planeten (und ihrer Monde) uranfänglich schon Theile eines zur jetzigen Sonne gehörigen, aber weit im Weltraume verbreiteten, also noch lockeren Stoffsystems waren, welches als Ganzes sich um eine Axe drehte, ist es auch erklärlich, daß jetzt noch die mittlere Bahngeschwindig-

keit eines jeden Planeten von der Kraft abhängt, mit welcher der Zentralkörper in seiner mittleren Entfernung auf ihn anziehend wirkt. Jeder Planet floß bei seiner Ablösung vom verdichteten Zentralkörper zuerst noch nicht so weit hinaus in den Weltraum, als daß er diejenige mittlere Entfernung vom Mittelpunkte der Bewegung erreicht hätte, welche seine früher noch lose gewesenen Bestandtheile hatten, als sie in dem damaligen Gleichgewichtszustande ihre Bahnen zurücklegten, sondern erreichte dieses Ziel erst nach wiederholten Abschleuderungen. So ist also die Geschwindigkeit aller Planeten in ihren Umlaufsbahnen mit der Abschleuderungstheorie in Uebereinstimmung.

Obwohl ferner die Angaben über das spezifische Gewicht der Planeten von den verschiedenen Astronomen wegen der nicht geringen Schwierigkeiten noch ziemlich abweichend sind, so steht doch imallgemeinen so viel fest, daß die zuerst entstandenen aus leichteren Stoffen bestehen, als die späteren, selbst wenn wir sie nicht als hohl, sondern als voll ansehen wollten.

Wenn man die Dichte der Erdmasse mit 1 bezeichnet, so zeigt sich nach Piazzi folgende Reihenfolge: Merkur 3,9252, Venus 1,1066, Erde 1,0000, Mars 0,9937, Jupiter 0,2929, Saturn 0,1696 (die Sonne nur 0,2200 wegen ihrer bedeutenden Aushöhlung). Nach Newton verhalten sich die Dichtigkeiten von Erde, Jupiter, Saturn wie 400, 94½, und 64 oder wie 1, 0,2362, und 0,1600. Nach neueren und sorgfältigeren Bestimmungen ist die Stufenfolge: Merkur 3,246, Venus 1,070, Erde 1,000, Mars 1,070, Jupiter 0,233, Saturn 0,155, Uranus 0,274, Neptun 0,257. Nach dieser Zusammenstellung würde Mars allerdings einwenig dichter sein als die Erde, während dieses bei anderen Berechnungen sich nicht ergibt. Wenn man das spezifische Gewicht des Erdkörpers (nach sechsjährigen Versuchen) zu 5,6747 annimmt, so dürfte das des Mars doch wohl nur 5,04 sein.

Diese **Abnahme des spezifischen Gewichtes der Planeten mit der Zunahme ihrer Entfernung von der Sonne** scheint ebenso natürlich zu sein, als die bekannte Thatsache, daß sich Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewichte, welche beim Zusammengießen sich chemisch miteinander nicht verbinden (Oel, Wasser, Quecksilber), in gleicher Weise ablagern. Wenn aber bei dem Zentralkörper die leichtesten Stoffe auf der Oberfläche lagen, so bildeten vorzüglich sie die Fluthwelle und dann den Planeten. Je schwerer die Stoffe waren, desto später gelangten sie an die Oberfläche, und es ist somit die Noth-

wendigkeit dafür, daß Neptun aus den leichtesten, Merkur aus den schwersten Stoffen besteht, sehr einfach nachgewiesen.

Die äußeren Planeten sind aber auch die größten, weil sich anfänglich aus den auf der Oberfläche des Zentralkörpers befindlichen lockeren Massen größere Fluthwellen bilden ließen, als später bei einer größeren Verdichtung. Je loser der Zusammenhang der Theile (je geringer die Kohäsion) oder je leichter der Stoff in einem bestimmten Raumtheile war, desto eher konnte sich bei einer auch nicht weit vorgeschrittenen Drehungsgeschwindigkeit eine Anhäufung auf einer gewissen Stelle von dem Ganzen ablösen. Je dichter der Zentralkörper wurde, desto größer mußte seine Drehungsgeschwindigkeit werden, um die Kohäsion zu überwinden und eine Ablösung hervorzubringen.

Auch diese Umstände bedingen in der That eine Zunahme des spezifischen Gewichtes der Planeten von dem äußersten aus nach der Sonne hin. Weil die Drehungsgeschwindigkeit des Zentralkörpers anfänglich noch nicht sehr groß war, wurden die abgeschleuderten Gesammtmassen des Neptun und Uranus auch nicht sehr bedeutend; bei ihrer Vergrößerung aber wuchsen diese Massen (Saturn, Jupiter) und mußten endlich wieder kleiner werden, weil die mit der fortschreitenden Abkühlung wachsende Kohäsion die Ablösung größerer Massen erschwerte.

Auch das Massenverhältniß der Planeten ist der Abschleuderungstheorie günstig; denn die Massen der inneren Planeten: Erde, Venus, Merkur nehmen in dem Verhältnisse 2,8 : 2,5 : 0,37 nach der Sonne hin ab, die der äußeren: Jupiter, Saturn, Uranus im Verhältnisse 948,8 : 285,7 : 55,8 aber nachaußen hin, wie es aus der gleichzeitigen Einwirkung der Fliehkraft und der Zentralkraft auf die leicht beweglichen Stoffe des um eine Axe sich drehenden Mutterkörpers sich ergibt.

Bemerkenswerth ist ferner die schnelle Axendrehung der entfernteren Planeten. Sie läßt sich nicht blos aus ihren bedeutenden Durchmessern, sondern auch noch aus einem Umstande ableiten, welcher, wie wir später genauer untersuchen werden, nicht blos für die Erde, sondern auch für den Planeten X äußerst verhängnißvoll wurde. Bei der Ablösung eines Planeten vom Zentralkörper verlor nämlich dieser an Masse und konnte deshalb die bereits früher vorhanden gewesenen Planeten nicht mehr so stark anziehen als vorher; daher konnte jeder von ihnen seiner Fliehkraft, welche vorher durch den Zentralkörper im Gleichgewichte gehalten worden war, jetzt mehr folgen und flog augenblicklich eine Strecke weit fort von dem Zentralkörper in den

Weltraum, bis das Gleichgewicht aufsneue hergestellt war. In dieser so erlangten größeren Unabhängigkeit vom Zentralkörper wurde die Axendrehung eines jeden älteren Planeten bei der Entstehung eines neuen weniger gehemmt, also schneller (die Umdrehungszeit kleiner), die Bewegung um den Zentralkörper langsamer (die Umlaufs- oder Revolutionszeit größer).

Dieselben Umstände, welche wir als Bedingungen für das Hohlsein der Sonne angegeben haben, sind auch für die Planeten maßgebend. Hier wollen wir nur eine allgemeine Uebersicht geben und behalten uns vor, für die Erde noch ganz besondere Beweise anzuführen. Es ist natürlich, daß ein Planet um so mehr hohl sein wird, je größer unter übrigens gleichen Umständen die Geschwindigkeit seiner Axendrehung ist. Während ein Punkt des Erdäquators in einer Sekunde eine Geschwindigkeit von nur 1422 pariser Fußen besitzt, ist sie bei Jupiter 39070′, bei Saturn 33510′, bei Uranus 21650′ und das Verhältniß ihres spezifischen Gewichtes der Reihe nach: 1, $1_{,08}$, $0_{,47}$, $0_{,99}$. Da die oberen Planeten früher entstanden sind, als die unteren; so sind auch ihre Stoffe leichter, denn die schwersten haben sich beim Zentralkörper tiefer abgelagert, sind also auch später abgeschleudert worden. Das größte spezifische Gewicht von 3,246 hat Merkur bei nur 504 Geschwindigkeit an seinem Aequator und nur 600 Meilen Durchmesser; er wird also am wenigsten hohl sein, wenn dieses Recht nicht etwa die so sehr kleinen Planetoiden, deren Entstehung eine andere ist, in Anspruch nehmen. Der Mond ist sicher nicht hohl.

Von der größten Wichtigkeit für die ganze Lebensfähigkeit der abgeschleuderten Körper sind ferner die Fragen nach der Lage der Drehungsaxe gegen die Umlaufsbahn, wovon die Neigung dieser Bahn gegen den Sonnenäquator abhängt und nach der Gestalt der Bahn selbst.

Die Beantwortung dieser Fragen hängt nur ab von der Vertheilung der Masse des freigewordenen Körpers in Beziehung auf die beiden Seiten des Aequators vom Mutterkörper.

Es sind hierbei blos zwei Fälle denkbar: entweder ist die Massenvertheilung in dem abzuschleudernden Stücke schon vor der Ablösung genau gleich oder sie ist ungleich. Zur Erläuterung wollen wir für beide Fälle einen höchst einfachen Versuch anstellen.

a) Befestigen wir an die Mitte (den Schwerpunkt) eines überall gleichmäßigen Stabes eine Schnur, an die Enden des Stabes zwei Körper, z. B. Holzkugeln, von genau gleichem Gewichte, und schwingen wir diese Vorrichtung, bei welcher die Massenvertheilung zu beiden

Seiten von der Mitte des Stabes aus eine gleiche ist, in einem horizontalen Kreise, indem wir den Stab in lothrechter Lage loslassen; so wird der Stab auf diesem Kreise stets lothrecht stehen bleiben, weil die gleichen Massen eine gleiche Fliehkraft besitzen, also einander stets im Gleichgewichte halten. Es ist übrigens klar, daß der Schwingungskreis bei einer anderen Lage des Stabes nicht mehr horizontal, jener aber auf diesem stets lothrecht stehen wird.

Bei dieser Vorrichtung vertritt die Ebene des Kreises, den der Faden beschreibt, die Aequatorialebene des ganzen sich drehenden Zentralkörpers, der Stab mit den Kugeln den abgeschleuderten Körper, dessen Massenvertheilung zu beiden Seiten des Aequators eine gleiche ist, der Stab selbst die Drehungsaxe des Körpers.

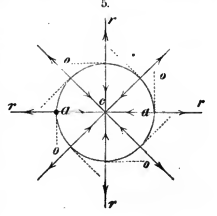
Für den außerordentlich unwahrscheinlichen Fall einer genau gleichen Massenvertheilung zu den beiden Seiten des Aequators vom heißflüssigen und wohl in heftigen Wallungen begriffenen Mutterkörper würde also

1. sich die Axe des abgeschleuderten Planeten lothrecht auf die Bahn stellen,

2. diese selbst würde im freien Raume ein Kreis werden, weil keine Veranlassung dazu vorhanden ist, daß die Fliehkraft in irgend einem Punkte der Bahn sich ändern und aufhören sollte, überall der ursprünglich wirksamen Zentralkraft, der sie im Anfangspunkte der Umlaufsbahn das Gleichgewicht hielt, gleich zu sein, so daß die aus beiden sich zusammensetzende (resultirende) Tangentialkraft überall lothrecht auf der Richtungslinie der beiden gleichen Seitenkräfte steht, und

3. würde diese Kreisbahn genau in dem erweiterten Aequator des Mutterkörpers liegen oder würde keine Neigung gegen den Sonnen-Aequator haben, weil die gleiche Fliehkraft der beiden Hälften den Mittelpunkt des abgeschleuderten Theiles stets in der Ebene des ursprünglichen Aequators erhält. Fig. 5 deutet die Entstehung der Kreisebene aus den beiden gleichen Kräften an, welche durch gleich lange Linien dargestellt sind.

5.



Wäre ein Planet in der geschilderten Lage, so würde auf

ihm ein trauriges Einerlei vorhanden sein: die Tage wären überall und stets gleich den Nächten; für die Pole liefe die Sonne unaufhörlich am Horizonte herum, ohne sich je über ihn zu erheben. Je weiter ein Ort nach dem Aequator hin liegt, desto größer ist der spitze Winkel, den die Sonne auf ihrer täglichen scheinbaren und stets unveränderten Bahn mit dem Horizonte macht, bis derselbe für den Aequator ein rechter wird, so daß für alle Punkte desselben die Sonne lothrecht auf- und unter- und mittags durch den Scheitelpunkt geht. Die natürliche Folge davon würde sein, daß die mittlere Tagestemperatur eines jeden bestimmten Ortes stets dieselbe wäre; am Aequator die höchste, zu beiden Seiten gegen die Pole hin gleichmäßig abnehmend. Von der herrlichen und gedeihlichen Abwechselung der Jahreszeiten, welche den organischen Geschöpfen die nöthigen Ruheperioden gewähren, würde gar nicht die Rede sein, genug: es würde auf einem solchen Planeten ein trostloses und vernichtendes Einerlei herrschen.

b) Befestigen wir aber an die Enden eines überall gleichmäßigen Stabes zwei Körper von ungleichem Gewichte und schwingen wir die Vorrichtung mittelst einer in der Mitte des Stabes befestigten Schnur im Kreise horizontal, so fliegt, wenn wir den Stab auch lothrecht losgelassen haben, die gewichtigere Kugel weiter fort von dem Mittelpunkte der Drehung, als die leichtere, weil die Schwungkraft von jener wegen größerer Masse größer ist, als von dieser und der Stab steht nicht mehr lothrecht auf der Drehungsbahn.

Ist also von einem Zentralkörper ein Theil unter solchen durchaus wahrscheinlichen Bedingungen abgeschleudert worden, so muß sich für ihn eine dreifache Folgerung naturgesetzlich ergeben:

1. Der abgeschleuderte Körper wird nicht mehr in der erweiterten Aequatorialebene des Zentralkörpers bleiben, sondern aus ihr herausfliegen nach der Seite, in welcher die gewichtigere Hälfte der abgeschleuderten Masse liegt, und wird eine Umlaufsbahn annehmen, welche gegen diesen Aequator eine um so größere Neigung hat, je größer der Gewichtsunterschied der beiden Hälften ist.

2. Die Drehungsaxe muß gegen die Umlaufsbahn eine um so schiefere Lage bekommen, je weniger ein Gleichgewicht zwischen den beiden Hälften vorhanden war.

3. Die Umlaufsbahn kann nicht ein Kreis sein, sondern muß bei einer freien und festen Lage der Drehungsaxe (vergl. S. 91) eine Ellipse werden.

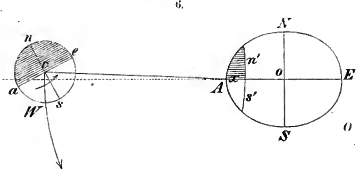
Bei der Vergleichung der Lage der Bahnebenen der verschiedenen

Planeten gegen den Sonnen=Aequator ergibt sich, daß die Winkel nur unbedeutende und zwar folgende sind: für Neptun 9° 2′, Uranus 6° 33′ 20″, Saturn 5° 22′ 18″, Jupiter 6° 50′ 2″, Mars 5° 50′, Erde 7° 19′ 23″, Venus 3° 57′ 15″ Merkur 4° 10′ 39″. Dieser Umstand weist deutlich darauf hin, daß alle Planeten aus der Aequatorialzone des Zentralkörpers abgeschleudert worden sind.

Außerdem ist ersichtlich, daß sich die Neigungswinkel vom äußersten Planeten an bis zum innersten von 9° bis auf 4° verkleinert haben. Dieses deutet darauf hin, daß mit der fortschreitenden Entwickelung des Zentralkörpers sich das chemische Gleichgewicht der Stoffe nach und nach mit den mechanischen Kräften in Uebereinstimmung gesetzt hat, wie es auch naturgemäß nicht anders sein konnte. Daß und warum die Bahnen der Asteroiden eine so sehr verschiedene Lage gegen den Sonnen=Aequator haben, werden wir später entwickeln.

In Betreff der schiefen Lage der Drehungsaxe gegen die Umlaufsbahnen diene die Fig. 6 zur Erläuterung.

6.



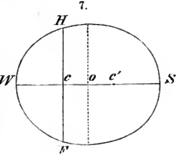
Ist o der Mittelpunkt der um die Axe N S sich drehenden abgeplatteten Kugel, A E ihr Aequator und n′ s′ ein Stück derselben aus der Aequatorialzone, wobei der schattirte Theil n′ gewichtiger sein mag, als s′; so wird die nicht in der erweiterten Ebene A B des Sonnen=Aequators, sondern in der Richtung x c abgeschleuderte flüssige Masse n′ s′ sich zwar kugelförmig mit dem Mittelpunkte in c gestalten, aber ihre Drehungsaxe n s wird gegen die Bahn um o, in welcher o c liegt, eine schiefe Lage annehmen, weil der gewichtigere Theil n′ weiter fort in die Lage n geflogen ist, als der leichtere Theil s′. Daß der Aequator a e des neuen Körpers gegen den Aequator A E des Mutterkörpers dann auch eine schiefe Lage hat, ist selbstverständlich.

Schwieriger ist es endlich, aus diesen Bedingungen den Nachweis

dafür zu führen, daß unter Festhaltung der anfänglich angenommenen Lage der Drehungsaxe die Umlaufsbahn nicht ein Kreis, sondern eine Ellipse wird.

Da diese Linie bei der Bewegung der Weltkörper eine so bedeutende Rolle spielt, so will ich hier mit wenigen Worten angeben, wie man ein Bild derselben leicht erhält. Man nehme einen Faden, befestige an seine beiden Enden zwei Stecknadeln, stecke diese in zwei einander so nahen Punkten c und c′ (Fig. 7) eines eben gelegten Papieres fest, daß der Faden nicht ausgespannt ist; nun spannt man ihn mittelst eines Schreibestiftes aus und zeichnet die krumme Linie ringsum, während die beiden Theile des Fadens durch den Stift fortwährend ausgespannt bleiben. Die beiden Punkte c und c′ heißen die Brennpunkte, in einem derselben z. B. c ist die Sonne, W S ist die große Axe, die durch ihren Mittelpunkt o gehende grade Linie die kleine Axe; ein Planet würde in S im Sonnenferne-, in W im Sonnennähepunkte sein. Je näher die Punkte c und c′ einander liegen, desto mehr nähert sich die Ellipse der Gestalt des Kreises und würde ein Kreis selbst sein, wenn c mit c′ zusammenfiele.

7.



Wir wollen nun für die weitere Betrachtung, die allerdings hier nicht eine tiefer gehende sein wird, die für uns ein überwiegendes Interesse darbietende Bewegung der Erde um die Sonne zugrunde legen.

Wir sind nach der Vertheilung von Land und Wasser auf die Erdoberfläche wohl berechtigt, die nördliche Hälfte mit ihren bedeutenden Länder- und Gebirgsmassen jetzt noch für etwas gewichtiger anzusehen, als die größtentheils mit Wasser bedeckte Südhälfte, so daß also bei der Loslösung der Erde von dem Zentralkörper jene ohne Trennung des Zusammenhanges weiter flog als diese. Je größer der Gewichtsunterschied der beiden Hälften eines abgelösten Planeten war, desto mehr mußte sich die Drehungsaxe herab zur Umlaufsbahn neigen oder desto kleiner wurde der Neigungswinkel gegen die Bahn.

Bei der Erde beträgt dieser Winkel 66° 32′, so daß die Abweichung von der zur Bahnebene senkrechte Axenstellung 23° 28′ ist oder der Erdäquator gegen die Umlaufsbahn eine Neigung von 23° 28′ besitzt (Schiefe der Ekliptik). Die folgende Uebersicht gibt in

der ersten Spalte die Neigungen der Drehungsaxen gegen die Bahnebenen, in der zweiten die Abweichungen der zur Bahnebene senkrechten Axenstellung an.

Merkur	70°	20°
Venus	18	27
Erde	66° 32′	23 28′
Mars	61 18	28 42
Jupiter	86 54	3 6
Saturn	63 11	26 49
Uranus	0 46	90 46
Neptun	56 53	37 7

Nur für den Neptun sind die Angaben noch nicht ganz sicher. Beim Uranus hat sich aus der Bewegungsrichtung seiner Monde ergeben, daß seine Drehungsaxe fast genau in seiner Bahn liegt, daß er also auf seiner Bahn gewissermaßen so fortrollt, wie ein Rad, welches sich auf einer Ebene mit einer Drehung um seine Axe fortbewegt. Auch diese Thatsache ist mit der Abschleuderungstheorie sehr wohl vereinbar, wenn wir nur annehmen, daß der Gewichtsunterschied zwischen den nördlich und südlich vom Aequator des Mutterkörpers liegenden beiden Theile des abgeschleuderten Planeten recht bedeutend war, so daß der gewichtigere Theil mit seinem Schwerpunkte während der Abschleuderung bis zur Umlaufsbahn herabgezogen wurde. Ich habe die Ueberzeugung, daß keine andere Theorie eine genügende Erklärung für die allerdings auffallende Erscheinung zu geben vermag; ja Uranus ist sogar ein gefährlicher Gegner für andere Ansichten.

Es ist bemerkenswerth, daß auch schon Heraklit, welcher um das Jahr 500 v. Chr. lebte, eine dunkle Ahnung von dieser Entstehung der Weltkörper gehabt zu haben scheint, indem er den Ausspruch thut: Entstehen ist Trennung von dem Ursein (Zentralkörper), Vergehen ist Auflösung in das Ursein (Weltenbrand im kosmischen Nebel). — Uebrigens hat auch schon Aristarchos von Samos (geb. 267 v. Chr.) unsere heutigen theologischen Astronomen beschämt, indem er ausdrücklich angibt: „Die Erde drehe sich um ihre Achse und zugleich in einem schiefen Kreise um die Sonne. Dieser Kreis aber verhält sich zur Entfernung der Fixsterne wie der Mittelpunkt zur Peripherie und deshalb können wir die Bewegung der Fixsterne nicht wahrnehmen." Er will damit sagen, daß die Erdbahn verschwindend klein ist gegen die Entfernung der Fixsterne. Man sieht daraus, daß die Griechen weniger denkfaul waren, als viele „studirte Leute" unserer Zeit.

Weil die Erde bei ihrer Ablösung mit ihrer gewichtigeren Nordhälfte weiter fort von der Sonne flog, als die leichtere Südhälfte und wir die Erde in ihrem Sonnennähepunkte grade in dieser Lage finden, so können wir sagen, daß die Erde zur Zeit ihres kürzesten Tages entstanden oder daß der 21. Dezember der Geburtstag der Erde ist.

Von dem Augenblicke an, in welchem die Erde in ihre Umlaufsbahn eintrat, ist ihre Bewegung ähulich der eines aufwärts geworfenen Steines: sie entfernt sich drehend mit einer festen oder stets sich selbst parallel bleibenden Lage der Axe vom Zentralkörper bis zu einem gewissen Punkte mit abnehmender Geschwindigkeit, um dann mit zunehmender ihm wieder bis zu ihrem Ausgangspunkte sich zu nähern. Die Wurfkraft entspricht der Fliehkraft, die Zentralkraft ist in beiden Fällen die Gravitation, dort des Steines zur Erde, hier der Erde zur Sonne. Der Unterschied aber besteht darin,

1. daß die Wurfkraft nur in einem untheilbaren Augenblicke wirkt und nach dem Beharrungsgesetze den Körper in gleichen Zeiten durch gleiche Wege gradlinig treibt, während die Fliehkraft der ganzen Erde wegen der sich gleichbleibenden Lage der Axe und bei der ungleichen Massenvertheilung zwischen der Nordhälfte und der Südhälfte ihre Stärke und Richtung fortwährend ändert;

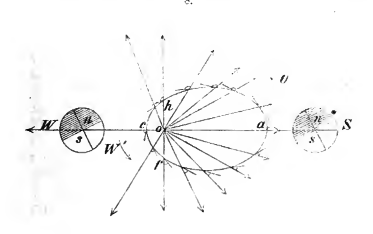
2. darin, daß die Anziehungskraft der Erde gegen einen an ihrer Oberfläche auch aufwärts geworfenen Körper ohne einen merklichen Fehler als unveränderlich (konstant) angesehen werden kann, während die Gravitation der Erde zur Sonne bei so bedeutend verschiedenen Entfernungen beider in verschiedenen Punkten der Erdbahn eine veränderliche Größe hat.

Wegen der sich gleichbleibenden Lage der Erdaxe wendet die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne o von dem Punkte c (Fig. 8) an, in welchem sie zuerst auftrat (Sonnennähepunkt) ihre nördliche gewichtigere Hälfte mehr und mehr der Sonne zu; es tritt ein Augenblick ein in dem Punkte f der Bahn, in welchem von der Südhälfte ebensoviel jenseits der Bahn liegt, wie von der Nordhälfte diesseits (Frühlings Tag- und Nachtgleichenpunkt); bei dem weiteren Laufe ein anderer in dem Punkte a, in welchem die Nordhälfte am meisten der Sonne zugewendet ist. Bis dahin ist, weil die Erde ihre Nordhälfte mehr und mehr der Sonne zuwendet, die Fliehkraft der Erde mehr und mehr im Abnehmen begriffen; in diesem Punkte a (dem Sonnenfernepunkte) ist sie am kleinsten und der Zentralkraft, deren Wirkung auf die in ihrer

Bahn von c bis a sich entfernenden Erde auch abgenommen hat, gleich, so daß die aus beiden zusammengesetzte Tangentialkraft in a auf den Richtungslinien der beiden Kräfte wieder senkrecht steht, wie in c.

Weil sich von a an die gewichtigere Nordhälfte der Erde von der Sonne mehr und mehr abwendet, nimmt die Fliehkraft derselben zwar zu, aber auch die Zentralkraft wächst in demselben Maße, in welchem sie früher (in dem Bahntheile c f a) abgenommen hatte, bis beide endlich in dem Ausgangspunkte c einander wieder gleich sind. Zwischen

8.



a und c liegt auf dem Rückwege in der Bahn ein Punkt h (der Herbst-Tag- und Nachtgleichen-Punkt), wo wie in f von der Nordhälfte der Erde ebensoviel diesseits der Erdbahn liegt, wie von der Südhälfte jenseits.

Die Fig. 8 soll zugleich andeuten, wie sich in jedem Punkte der Erdbahn die Tangentialkraft aus der Fliehkraft und der Zentralkraft zusammensetzt, wobei die außerhalb der krummen Linie mit den Pfeilen bezeichneten ungleich langen graden Linien auf die Veränderlichkeit der Fliehkraft hinweisen sollen. In c und a bildet die Tangentialkraft mit den beiden Seitenkräften rechte Winkel; von c über f bis a liegt sie der Richtung der Fliehkraft näher und bildet mit ihr stets einen spitzen Winkel, welcher von c bis f ab- und von f bis a zunimmt; von a über h bis c liegt sie aber der Zentralkraft näher und bildet mit der Fliehkraft einen stumpfen Winkel, welcher von a bis h zu- und von h bis c abnimmt.

Obwohl also in der ersten Hälfte der Bahn die Fliehkraft in jedem folgenden Punkte abnimmt, so muß sich doch wegen ihrer dauernden Einwirkung ein Entfernen der Erde von der Sonne, und in der zweiten Hälfte der Bahn ungeachtet ihrer Zunahme ein Annähern zur Sonne zeigen, weil hier die unablässig einwirkende Zentralkraft von dem Punkte a an ein Uebergewicht über die Fliehkraft erlangt und somit die Erde von da an zu einem Rückwege auf einer Bahn zwingt, die wegen der festen Lage der Axe ebenso geformt ist, wie der Hinweg.

Die Geschwindigkeit der Erde nimmt in der ersten Hälfte ihrer Bahn ab, in der zweiten zu, ist in c am größten, in a am kleinsten, in h ebenso groß als in f.

Der Kampf der beiden Kräfte, der Fliehkraft und der Zentralkraft (Gravitation), ist in einer solchen Weise gegeneinander abgemessen, daß die Bahnen der Planeten nicht Kreise, sondern Ellipsen wurden und die Sonne für alle zwar in dem einen Brennpunkte blieb, aber weil verschiedene Massen unter übrigens gleichen Umständen bei der Einwirkung einer gewissen Kraft sich um so weiter von dem Sitze dieser Kraft entfernen, je leichter sie sind; so nahmen die Bahnen der entfernteren Planeten imallgemeinen eine Gestalt an, welche von dem Kreise mehr abwich, als bei den näheren Planeten. Mit der bei der wachsenden Entfernung vom Zentralkörper in Verbindung stehenden Abnahme des spezifischen Gewichtes der Planeten steht also in einem ganz natürlichen Zusammenhange die Zunahme der Excentrizität (die Entfernung der beiden Brennpunkte der elliptischen Bahn voneinander wurde ein um so größerer Theil der großen Axe, je entfernter der Planet war). Bei den noch leichteren Kometen ist die Excentrizität so groß, daß die Bahnen oft mehr Parabeln, als Ellipsen sind. Die Excentrizität ist aber bei keinem Planeten eine beständige, sondern innerhalb eines gewissen Zeitraumes einer regelmäßigen Zu- und Abnahme unterworfen. Der Grund davon liegt vorzüglich darin, daß sie abgeplattet sind und die Lage ihrer Axe während ihrer ganzen elliptischen Laufbahn fast unverändert bleibt. In weiterer Verbindung damit steht die naturgesetzliche Thatsache, daß die Tag- und Nachtgleichenpunkte auf der Bahn fortrücken und in einem bestimmten Zeitraume immer einen vollen Umlauf machen. Wir kommen auf diese Punkte bei der Darstellung der Entwickelung des Erdkörpers zurück.

Nur der einfache und naturnothwendige Umstand, daß die Erdaxe ungeachtet des Fortschrittes der Erde auf ihrer Bahn stets dieselbe schiefe Lage behält, oder sich selbst parallel, und die Drehungsgeschwin-

digkeit stets sich gleich bleibt, ist der Grund von der wunderbar regelmäßigen Wiederkehr der Jahreszeiten und der regelmäßigen Abwechselung der Tageslängen. — Mit welcher ungeheuren Kraft die Erde bei ihrer doppelten Bewegung ihre Axe in der bestimmten Lage festhält, läßt sich daraus entnehmen, daß ihr Gewicht ungefähr 123191 Trillionen Zollzentner beträgt, und daß diese ihre Masse, weil sie hohl ist, ziemlich weit von dem Drehungsmittelpunkte entfernt ist. Die innerhalb sehr enger Gränzen gehaltenen Schwankungen (Nutationen) der Erdaxe übergehen wir hier.

4. Die Mondsysteme,

a) überhaupt.

Bei der Untersuchung der Bewegungen der Monde finden sich zunächst drei wichtige übereinstimmende Thatsachen:

1. alle Monde bleiben bei denjenigen Planeten, zu denen sie einmal gehören und begleiten sie auf ihren elliptischen Bahnen um die Sonne;

2. alle Monde bewegen sich, abgesehen von der eigenthümlichen Lage der Axe des Uranus, von Westen nach Osten um den Planeten, zu welchem sie gehören;

3. die ebenfalls elliptischen Bahnen oder Monde fallen noch mehr mit dem Aequator des zugehörigen Planeten zusammen, als die Bahnen des Planeten mit dem Sonnenäquator und jene Uebereinstimmung zeigt sich um so mehr, je schneller die Axendrehung des zugehörigen Planeten geschieht.

Daraus ziehen wir die ganz natürlichen Schlüsse, daß die Monde später, als die Planeten entstanden, daß sie als früher zu ihren Planeten gehörige Bandtheile anzusehen sind und daß sie aus der Aequatorialzone derselben sich abgelöst haben.

Wenn ein Planet in dem glühend flüssigen Zustande und umgeben von einer noch sehr dichten, aus verschiedenen Stoffen zusammengesetzten und weit ausgedehnten Atmosphäre als selbstständiger Körper aufgetreten war, so trat auch bei ihm noch eine Verdichtung seiner Gesammtmasse und schon aus diesem Grunde eine Beschleunigung seiner Axendrehung ein; letztere aber erfolgte auch, wenn ein Planet bei der Ablösung eines späteren vom Zentralkörper weiter wegflog.

Beide Veranlassungen liegen vor und sind geeignet, um eine Ab-

schleuderung oder Ablösung von den Massen der Planeten zu bewirken und auch ihnen Begleiter zu geben. Die Menge der zu einem Planeten gehörigen Monde war wesentlich von zwei Umständen abhängig: von der Dichtigkeit der Masse des Planeten oder dem Grade, mit welchem seine Massentheile zusammenhängen und von der Schnelligkeit seiner Axendrehung. Hat ein Planet mehre Monde, so wird jeder früher entstandene durch Erregung einer Fluthwelle an seinem Planeten auch noch zur Entstehung des nächst näheren beigetragen haben.

Aus diesen Gründen wird es uns nicht mehr befremdlich erscheinen, daß die Anzahl der Monde bei den entfernteren Planeten so bedeutend ist. Bei einzelnen Planeten aber, namentlich den kleinsten, erfolgte nach ihrer Entstehung die Abkühlung an dem kalten Weltraume so schnell, daß sie Massen nicht mehr abschleudern konnten.

Die Erde hat bei 1719 Meilen Durchmesser und 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden Drehungszeit nur 1 Mond, Jupiter bei 20018 Meilen Durchmesser und blos 9^h 55′ 26″ Drehungszeit 4 Monde, Saturn bei 16305 M. Durchm. und 10^h 29′ 7″ (nach Anderen 10^h 16′ 19″) Drehungszeit 8 Monde und 3 Ringe, Uranus hat bei 7866 M. Durchm. wenigstens 8 Monde und Neptun nur 1 Mond.

Die Bahnen der vier Monde des Jupiter liegen dem Aequator desselben sehr nahe, denn die Neigungswinkel betragen der Reihenfolge nach vom ersten an: 0,002°, 0,018°, 0,084°, 0,409°. Die Bahnen der sechs ersten Monde des Saturn fallen mit den Ringen desselben, welche dem Aequator gegenüber liegen, genau zusammen, nur der entferntere siebente hat wohl durch den bei seiner Bildung ihm nächsten Planeten eine solche Störung erfahren, daß die Neigung seiner Bahn zum Aequator des Saturn 21° 61′ beträgt. — Unter den Monden des Saturn hat der sechste eine auffallende Größe, denn er übertrifft den Planeten Mars. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß er zu der Zeit sich ablöste, als der Zentralkörper um den gewaltigen Jupiter erleichtert wurde, denn er ist der sechste Planet von der Sonne an, wenn wir den Planeten X in Vertretung der Asteroiden einrechnen. Dieser Umstand scheint mir ein nicht zu verachtendes Gewicht in die Wageschale der Abschleuderungstheorie zu legen. Wie bedeutend übrigens die Fliehkraft den Saturn abgeplattet hat, ergibt sich daraus, daß seine Drehungsaxe um $^1/_{11}$ kleiner ist, als der Durchmesser des Aequators, von welchem jeder Punkt jetzt noch eine Geschwindigkeit von fast 33300 Fuß in einer Sekunde besitzt.

Dem Saturn müssen wir ganz besonders dafür dankbar sein, daß er an sich die Weltkörperbildung von einem Zentralkörper aus recht augenscheinlich verkörpert und für alle kommenden Geschlechter gewissermaßen stereotypisch dargestellt uns zeigt; er hat nämlich eine weltenhistorische Thatsache bis heute uns so treu überliefert, daß selbst jeder Ungläubige zu der Ueberzeugung von der Richtigkeit der obigen Ausführungen gelangt, abgesehen davon, daß sie auf Naturnothwendigkeiten beruhen.

Außer den acht Monden umschweben nämlich den Aequator des Saturn zwei (vielleicht drei) große von Westen nach Osten um ihn sich drehende Ringe, deren Axe die des Saturn ist. Der nächste ist 5720 Meilen von der Oberfläche des Planeten entfernt und 3935 Meilen breit; dann folgt ein leerer Zwischenraum von 568 Meilen Breite und nun ein zweiter 1379 Meilen breiter Ring, welcher vielleicht noch getheilt ist. Die Dicke eines jeden beträgt nur 113½ Meilen. Die Drehung des äußeren Ringes geschieht nach Herschel in 10 Stunden 32 Minuten 15 Sekunden.

Der Umstand, daß die Ringe genau in der Ebene des Aequators liegen, während die Monde der Planeten nicht so genau ihre Bahnen beschreiben, weiset deutlich darauf hin, daß die Monde abgeschleudert worden sind, wogegen die Ringe sich ringsum vom Aequator abgelöst haben.

Hat ein Planet mehre Monde, so haben die entferntesten ein größeres spezifisches Gewicht, als die näheren; weil jene abgeschleudert wurden, als sich erst die schwersten Stoffe auf dem Planeten aus seiner noch inhaltreichen Atmosphäre durch Verdichtung niedergeschlagen, diese aber, als sich auf dem Planeten schon die leichteren Schlacken gebildet hatten. Wenn die Dichtigkeit des Jupiter gleich 1 gesetzt wird, so ist nach Piazzi die des entferntesten Mondes 1,68, des nächsten aber nur 0,69.

Unsere Erde gab ihrem einen Monde nur leichtere, zum Theil schlackenartige Stoffe, welche auf und über ihrer Oberfläche vorhanden waren, denn sein spizifisches Gewicht beträgt nach Piazzi nur 3,5, nach Anderen 3,8, was mit der mittleren Dichtigkeit (3), der die äußere Erdrinde jetzt zusammensetzenden Körper (Silikate) gut stimmt, während das spezifische Gewicht der ganzen Erde 5,67 beträgt.

Von dem Saturn wurden zuerst die Monde vom äußersten an abgelöst und sie entzogen bei dieser Gelegenheit dem Planeten fast alle Flüssigkeit, durch welche sie selbst sich kugelförmig noch zu gestalten vermochten, zuletzt erst lösten sich noch die Ringe ab, bei welchen man,

wie es scheint, nur noch eine Atmosphäre wahrnimmt. Da aber die vielen Monde dem Planeten die vorzüglich am Aequator zur Herstellung des durch frühere Ablösungen einen Augenblick gestörten Gleichgewichtes sich ansammelnden Flüssigkeiten größtentheils mit sich fortgeführt hatten, so waren die Stoffe des Planeten um seinen Aequator endlich in einem so zähen Zustande, daß sich bei neuen Ablösungen Kugeln aus ihnen nicht mehr bilden konnten. Der Saturn selbst zeigt, wie bereits Herschel der ältere entdeckt hat, zu beiden Seiten seines Aequators noch je drei zonenartige Gürtel als die Spuren der Ablösungen der Ringe, welche bei dem bereits erlangten Grade der Festigkeit seiner Masse nicht mehr verwischt werden konnten. Die bereits ziemlich zähen Massen der Oberfläche des Planeten folgten nämlich in drei wohl nicht weit voneinander liegenden Perioden der Fliehkraft nach dem Aequator hin, um sich dort bei vergrößerter Drehungsgeschwindigkeit endlich abzulösen.

Es erscheint nicht wunderbar, daß Saturn bei der Entstehung des gewaltigen Jupiter, dessen Masse $^3/_{10}$ von der aller Planeten beträgt, eine sehr schnelle Axendrehung bekommen und zu Abschleuderungen und Ablösungen gezwungen werden mußte. Die durch die schnelle Axendrehung erzeugte große Fliehkraft hat auch die schweren Massen vorzüglich nach dem Aequator getrieben, wovon sie sich endlich ablösten, als die Zentralkraft und gegenseitige Anziehung der Theile untereinander überwunden war. Daher sind auf dem Saturn nur leichte Massen zurückgeblieben, weshalb sein spizifisches Gewicht auch nur etwa $^2/_{10}$ von dem der Erde ist. Uebrigens muß wegen der schnellen Axendrehung seine Aushöhlung auch sehr bedeutend sein; wäre er eine Vollkugel von gleichmäßiger Beschaffenheit, so würden die Stoffe das Gewicht etwa des Korkholzes haben.

Die jetzt noch an ihm erkennbaren Zonen zeigen uns gewissermaßen die früheren Rutschbahnen der jetzigen Ringmassen, die also nicht aus freischwebenden Dunstringen durch Verdichtung entstanden sind. Endlich beweist aber auch die von W. Herschel sehr genau bestimmte Gestalt des Saturn unwiderleglich, daß ihm erst dann, als er bereits einen gewissen Grad von Erstarrung erreicht hatte, aus seiner Aequatorialgegend noch Massen entzogen worden sind; denn er fand den Polardurchmesser 20,6 Sekunden, den Aequatorialdurchmesser 22,54 Sekunden (höchstens 22,88″) und den Durchmesser in einer Breite von 43° 20′ am größten, nämlich 23,67 Sekunden, so daß diese Zone 300 geographische Meilen über die des Aequators sich erhebt und letztere

ungeachtet der wegen der schnellen Axendrehung sehr bedeutenden Schwungkraft nicht mehr ausgefüllt werden konnte. Deutlichere Beweise für die Richtigkeit der Abschleuderungstheorie wird auch der größte Zweifler kaum noch verlangen können. Der Saturn zeigt uns mit seinen Monden und Ringen und durch die Spuren an sich selbst mit unvergänglicher Schrift die Ereignisse in historischer Stufenfolge; es ist nur nothwendig, daß wir dieser Schrift die rechte Deutung geben.

Warum unter den Planeten grade nur der äußerste (Neptun) und unter den Monden des Saturn grade der achte (Japetus) die bedeutensten Abweichungen der Bahnebene von dem Aequator des betreffenden Hauptkörpers haben sollen, ist aus der Ringtheorie durchaus nicht ersichtlich. Es ist nicht abzusehen, warum nicht auch von dem früheren Zentralkörper für unser Planetensystem, von welchem unsere Sonne der Rest ist, dasselbe gelten soll, was wir hier so deutlich erkannt haben, nämlich daß Ablösungen von dem bereits in einem flüssigen Zustande vorhandenen Mutterkörper stattgefunden haben. Freilich muß man den Gedanken aufgeben, daß die Planeten und Monde aus frei um den Zentralkörper schwebenden Ringen gasiger oder flüssiger Stoffe entstanden sind. — Obwohl Laplace selbst sagt, daß ein flüssiger Ring bei der allergeringsten Störung in irgend einem Punkte in den Planeten stürzen müsse, so läßt er dennoch die Saturnringe aus einer Atmosphäre durch deren Verdichtung sich bilden, um seine Ringtheorie scheinbar folgerecht durchzuführen. Selbst Kometen, diese so häufigen Gäste in unserem Planetensysteme, würden zu solchen Störungen schon hingereicht haben; nochmehr aber namentlich die anderen benachbarten und schon fertigen Planeten. Wenn einzelne Beobachter aus einzelnen Lichterscheinungen auf einen jetzt noch flüssigen Zustand der Ringe, ja sogar auf Theilungen derselben geschlossen haben, so liegen wohl Gesichtstäuschungen vor. Es ist nicht denkbar, daß die bedeutende Masse des Saturn selbst bereits fest geworden und seine schmalen, mit einer großen Oberfläche dem kalten Weltraume ausgesetzten Ringe bisjetzt noch ganz flüssig geblieben sein sollten. Wenn die Ringe glänzender erscheinen, so rührt dieses daher, daß ihre Masse härter als die des Planeten ist und daß sie daher das Licht besser zurückwirft; wenn glänzende Punkte auf den Ringen erscheinen, so liegt der Grund in der Zurückwerfung des Lichtes von Bergen, welche sich zufolge vulkanischer Thätigkeiten in den abgelösten zähen Massen gebildet haben. Weil es aber nach den beobachteten Lichterscheinungen

eine zweifellose Thatsache ist, daß die Ringe an der Vorderseite der Bahn dem Saturn etwas näher sind (gegen 200 Meilen), als auf der Rückseite und während ihrer Drehung auch in dieser Lage bleiben; so ist man zur Erhaltung des Gleichgewichtes genöthigt anzunehmen, daß flüssige Bestandtheile sich an der Rückseite auf der Außenfläche ansammeln, um dort an Masse zu ersetzen, was an Geschwindigkeit fehlt. Dieses weiset sicher darauf hin, daß die Monde als Fluthwellen von der hinteren Seite der Flugbahn der Planeten sich abgelöst haben. Kämen übrigens bei den Saturnringen Theilungen vor, so würde das Gleichgewicht zwischen Fliehkraft und Zentralkraft, wodurch allein sie freischwebend sich erhalten, so gestört sein, daß eine Vernichtung derselben die unausbleibliche Folge sein würde.

Weil die Bahnen des Saturn und der Erde nicht in derselben Ebene liegen, so wird uns der Ring dann linienartig mitten durch den Saturn zu gehen scheinen, wenn wir uns selbst in seiner erweiterten Ebene befinden; dieses geschieht immer in einer 14½jährigen Periode; in der Zwischenzeit befinden wir uns einmal über der Ebene und einmal unter ihr (Nordseite, Südseite) und sehen in beiden Fällen den Planeten gewissermaßen mit zwei Henkeln versehen, indem der Raum zwischen Planet und Ring dunkel (der lichtlose Weltraum), der Ring selbst aber und der Saturn hell erscheinen mit Ausnahme des Gebietes, auf welches der Ring in der einen Hälfte des Saturnjahres seinen Schatten wirft. Im Jahre 1862 zeigten die Ringe sich linienförmig, 1869 boten sie ihre Oberfläche am meisten dar und werden 1876 wieder linienförmig erscheinen.

Die stufenweise Entstehung der Planeten aus dem Zentralkörper, und später erst der Monde aus den zu ihnen gehörigen Planeten ist wol schon deshalb als vollkommen erwiesen anzusehen, weil die Lage der Bahnen der Nebenkörper sich mehr oder weniger auf den Aequator des Hauptkörpers bezieht, wobei die Lage der Planetenbahnen mehr abweicht von dem Sonnenäquator, als die Lage der Mondbahnen von dem Aequator ihres Planeten und den Mondbahnen fehlt überhaupt eine nähere Beziehung auf den Sonnenäquator; aber ein anderer Grund davon liegt noch in den Verhältnissen der Entfernungen. Weil die Planeten nach ihrer Ablösung schneller abkühlten, als die bedeutende Sonne, deren Masse ja das Achtfache von der aller Planeten ist; so bekamen auch die Bestandtheile von jenen bald einen innigeren Zusammenhang, als bei dieser. Die natürliche Folge davon war, daß die

Monde nicht so weit von ihren Planeten sich entfernen konnten, als die Planeten von der Sonne: Merkur z. B. steht von der Sonnenoberfläche um 82 Sonnendurchmesser ab, der erste Mond des Uranus um 6,44 Uranushalbmesser; der des Jupiter um 5,05 Jupiterhalbmesser und der erste Saturnring nur um 2,36 Halbmesser des Saturn.

Die Thatsache, daß unser Mond stets dieselbe Seite der Erde zuwendet, scheint sich auch bei den übrigen Monden zu finden. Dieses ergibt sich namentlich bei den vier Monden des Jupiter und dem siebenten Monde des Saturn aus dem Umstande, daß sie während des Umlaufes um ihren Planeten eine mit ihren Stellungen zu dem zugehörigen Planeten regelmäßige Abwechselung ihres Glanzes zeigen: sie bieten in derselben Stellung zu uns und zu dem Planeten stets dieselbe Erscheinung dar; eine andere, wenn sie ihre Stellung nur zum Planeten verändern. Sie besitzen also auch Lichtphasen wie unser Mond und drehen sich während eines ganzen Umlaufes um den Planeten auch nur einmal um ihre Axe. Will man von dem letzteren Vorgange eine klare Vorstellung gewinnen, so darf man nur von einem bestimmten Standpunkte aus die Bewegung eines Menschen beobachten, welcher um einen anderen stillstehenden im Kreise lauft und diesem stets das Gesicht zuwendet.

Die Periode der Mond- und Ringbildung scheint übrigens bei allen Planeten jetzt vorüber zu sein, theils weil ihre Erkaltung bereits zu weit vorgeschritten ist, theils weil die Axendrehungen zu langsam sind. Bei unserer Erde z. B. würde am Aequator die Fliehkraft erst dann der Zentralkraft gleich werden, wenn sie 17 mal schneller als jetzt, oder schon in 1 Stunde und 24,5 Minuten um ihre Axe sich drehte. Sie verlor wie jeder andere Planet an Rotationskraft, nachdem ein Mond sich abgelöst hatte; sie würde aber ihre jetzige Umdrehungszeit von 86164 Sekunden um 12235 Sekunden verringern oder schon in 73929 Sekunden sich umdrehen, wenn jetzt der Mond sich wieder mit ihr vereinigte, also durch die Ankunft seiner Masse hemmend einwirkte.

Die größere Anzahl der Monde bei den oberen und namentlich den größeren Planeten ist also deshalb eine so bedeutende, weil sie bei der Entstehung eines jeden neuen, dem Zentralkörper näheren Planeten zu der wegen ihrer großen Durchmesser an sich schon großen Drehungsgeschwindigkeit jedesmal eine noch größere bekamen, indem sie wegen der durch ihre Massenhaftigkeit bedingten großen Fliehkraft eine

verhältnißmäßig sehr weite Strecke in den Weltraum weiter fort von dem Zentralkörper flogen und auf diese Weise unabhängiger wurden.

Mars hat eine geringere Masse, Dichtigkeit, Größe und Drehungsgeschwindigkeit, als die Erde; er ist daher ohne Mond geblieben.

b) Unser Mond.

Es wird gerechtfertigt sein, wenn wir dem unabläſſig treuen Gefährten unserer Erde, unserem Monde, eine etwas eingehendere Betrachtung widmen, zumal so manche ihn betreffenden Fragen durchaus noch nicht genügend beantwortet worden sind und von ihm ein Schluß auf die zu den anderen Planeten gehörigen Monde gemacht werden kann. Er hat überdies für Gemüth und Geist so vieles Anziehende und Anregende, indem er mit seinem milden Lichte unsere Nächte erhellt und sein Gesicht nie in Falschheit von uns wendet, daß er stets der Liebling der Dichter und treuer Seelen gewesen ist. Nach des Ariostes lieblicher Dichtung ist ja die Unschuld der Sitten schon längst von der Erde nach dem Monde entflohen. Er ist uns ein Sinnbild des ewigen Friedens und ungestörter Harmonie, welche auf der Erde nur ein Traumbild sind.

Aber es knüpfen an ihn sowohl das trockene prosaische Leben, als auch die strenge Wissenschaft eine Menge von Fragen, welche nicht blos unser praktisches Interesse erregen, sondern auch zu einer näheren Erforschung seines Wesens anreizen.

Dem so offen daliegenden Wechsel seiner Beleuchtung und seiner imallgemeinen nicht schwierig zu erforschenden Bewegung verdanken wir seit dem frühesten Alterthume die Zeiteintheilung in Monate, Wochen, Jahre, was in der geschichtlichen Entwickelung der Völker von großer Bedeutung gewesen ist. Er ist es aber unter allen Gestirnen vorzüglich, welcher die reichhaltigsten, anziehendsten, freilich auch schwierigsten Aufgaben für die Prüfung der allgemeinen Anziehungsgesetze der Weltkörper darbietet und durch seine zusammengesetzten feineren Bewegungen der Astronomie eine so erstaunliche Schärfe für ihre Berechnungen gegeben hat.

Der Astronom bestimmt aus seiner Stellung zu den Fixsternen und zur Erde u. a. die geographische Länge der verschiedenen Orte, so daß der Schiffer auf dem weiten unwirthbaren Ozeane sich dann zurechtfinden kann. Dieser beobachtet fleißig selbst die Zeiten der Ebbe und Flut nach dem Erscheinen des Mondes im Meridiane des betreffenden Ortes, um die Aus- und Einfahrt von und nach dem Landungs-

platze zu bestimmen; der Müller benutzt die bei der Ebbe und Flut stattfindende Strömung an der Mündung der Flüsse ins Meer als bewegende Kraft. Der Mond hat sogar vonjeher nicht wenig zur Gestaltung der Erdoberfläche beigetragen und trägt dazu noch bei, denn die durch Flüsse in das Meer geführten festen Bestandtheile der Erdoberfläche werden nur an der Mündung solcher Flüsse. abgesetzt, zu denen die Flut nicht dringt oder wo sie durch die Gestalt des Festlandes abgeschwächt wird, während sie anderen Falles erst in großer Entfernung von der Küste abgelagert werden. An der Donaumündung z. B. ist bei dem Mangel an Ebbe und Flut eine Deltabildung, am Rheine aber ist es anders. (Die größte Höhe der Fluthwelle zwischen Brest und Dünkirchen schwebt zwischen 16 und 31 Fuß, wobei die Windrichtung maßgebend mitwirkt.) Ferner harret der Landmann, (ob mitrecht oder unrecht, lassen wir dahingestellt sein) sehnsüchtig auf den Neu- oder Vollmond, wenn er eine Aenderung des Wetters erwartet. Wer in der Nacht zu reisen genöthigt ist, wünscht sich den Vollmond, der ihn dann wenigstens auf einige Zeit scheinbar an demselben Orte begleitet, weil er inzwischen seine Stellung zu den Fixsternen nicht bedeutend ändert; und wer möchte endlich nicht gern wissen, wie der Mond eigentlich beschaffen und ob er zum Wohnsitze willenbegabter Wesen geeignet ist. Da der Leser nur die mit der Kosmogenie in Beziehung stehenden Betrachtungen erwarten darf, so können wir uns hier ziemlich kurz fassen.

Unser Mond wurde aus der Gegend des Erdäquators wahrscheinlich in der Zeit abgetrennt, als die Venus von dem Zentralkörper, dessen letzter Rest die Sonne ist, sich loslöste; denn die nothwendige Folge der letzteren Trennung war, daß die Erde nicht nur eine Strecke weiter fort in den Weltraum flog, sondern daß sie in größerer Unabhängigkeit vom Zentralkörper auch eine schnellere Axendrehung annahm. Die auf solche Weise vermehrte Schwungkraft trieb die Massen mehr nach der Aequatorialzone hin. Weil um das Beharrungsvermögen der Erde der nachaußen gerichteten und jetzt vergrößerten Fliehkraft einen Widerstand entgegensetzte, so blieben die nachgiebigen Bestandtheile der Erde, welche an der Vorderseite ihrer Flugbahn sich befanden, etwas zurück; dadurch wurden die Massen nach der Rückseite gedrängt, dort aufgehäuft und endlich durch Abschleuderung zurückgelassen. Sie gestalteten sich sofort kugelförmig, flogen aber nur so weit fort, bis das Gleichgewicht zwischen ihrer Fliehkraft und Schwere (oder Gravitation) zur Erde hergestellt war. Weil aber die Erde von Westen nach Osten

sich nicht nur um ihre Axe, sondern auch um die Sonne dreht, behielt auch der Mond nach seiner Ablösung von ihr diese Bewegungsrichtung während seines aus der Axendrehung der Erde ihm eingeprägten monatlichen Umlaufes um sie bei.

Der Umstand, daß die Mondbahn mit der Erdbahn einen Winkel von nur 5° 8′, dagegen mit dem Erdäquator einen von 28° 36′ bildet, weiset schon deutlich genug darauf hin, daß der Mond weniger durch bloße Abschleuderung, als vielmehr durch ein Zurückbleiben eines Theiles der Erde in der Nähe ihrer Bahn zu der Zeit entstanden ist, als die Venus vom Zentralkörper sich ablöste und daß dabei die durch die Axendrehung der Erde erzeugte Fliehkraft mitwirkte. Dabei ist noch eine zweite Thatsache wichtig.

Weil nämlich der Mondäquator mit der Erdbahn einen Winkel von nur 1,5 Grad bildet, also die Mondaxe auf der Erdbahn (Ekliptik) fast senkrecht steht, darf man in der That auch daraus den Schluß ziehen, daß der Mond weniger ein Produkt der beschleunigten Axendrehung der Erde nach der Ablösung der Venus ist, als vielmehr eines Zurückbleibens eines Theiles der Erdmasse auf ihrer Flugbahn beim plötzlichen Entfernen der Erde von dem Zentralkörper. Schon daraus ergiebt sich der Mangel einer selbstständigen Axendrehung des Mondes und demnach auch das Fehlen der Abplattung, denn es blieb der schwerste Theil der abgelösten Masse am weitesten zurück und wird daher durch die Schwungkraft bei der Bewegung des Mondes um die Erde auch stets in dieser größeren Entfernung erhalten, so daß der Mond uns stets dieselbe Seite zeigen muß.

Da der Mond von der in der Entwickelung schon einigermaßen vorgeschrittenen Erde sich abgelöst hat, so kann man wol die Frage aufwerfen, ob sich nicht noch heute die Spuren dieser Trennung erkennen lassen. In der That scheint es so.

Von den ungefähr 9 Millionen Geviertmeilen der Erdoberfläche kommen auf die Meere 6,6, auf das Festland also 2,4 Millionen. Von jenen nimmt der Stille Ozean allein die Hälfte (3,3 Mill.) ein, während von dem Festlande auf die Alte Welt allein zwei Drittel (1,6 Mill.) fallen. Es ist also in der Vertheilung zwischen Land und Wasser auf der östlichen und westlichen Halbkugel ein offenbares Mißverhältniß. Dieses löst sich aber leicht, wenn wir annehmen, daß der Mond sich etwa Afrika diametral gegenüber abgelöst habe. Zur sofortigen Herstellung des einen Augenblick gestörten Gleichgewichtes hat aber, ohne daß eine Aenderung der Axenlage eingetreten ist, nicht nur eine Wasserströmung von den Polen nach der heißen Zone beigetragen,

sondern auch eine Bewegung der im Inneren der Erde vorhandenen glühendflüssigen Massen. Ihrem Andrange ist die geringe Meerestiefe in der Aequatorialzone des Stillen Meeres wol mit zuzuschreiben. — Es ist auch gewiß nichts Unnatürliches, wenn wir annehmen, daß grade das doppelseitige, östliche und westliche Zuströmen dieser Massen eine vorübergehende Stauung hervorgebracht habe, welche bei der Axendrehung der Erde sofort eine nordsüdliche Richtung annahm und dann bei ihrer anfänglich gehemmten Bewegung so sehr an die Basis der festen Erdkruste andrängte, daß sich an der Westküste Amerikas ein von Norden nach Süden lang gestrektes hohes Gebirge mit noch zwei niedrigeren Parallelketten erhob.

Da der Mondäquator mit der Mondbahn einen Winkel, wenn auch nur von 6 Graden 13 Minuten (6,647°) bildet, also die Mondaxe auf der Mondbahn nicht lothrecht steht; so konnte letztere nicht ein Kreis werden, sondern muß eine Ellipse sein. Verfolgt man den Weg des Mondes im Weltraume während eines Erdenjahres so ist er für ein (synodisches) Mondjahr eine schlangenförmige Linie, beschrieben in 354,367 Tagen, indem der Mond zur Zeit des Vollmondes außerhalb, beim Neumonde innerhalb der Bahn sich befindet, in welcher die Erde um die Sonne fortgeht. Die Mondbahn würde nur dann eine in sich geschlossene Ellipse sein, wenn Erde und Mond allein vorhanden wären. — Weil die Bahn des Mondes um die Erde mit der Erdbahn einen Winkel von 5,14 Graden bildet (6,64 − 1,50), so ändert die Mondbahn ihre Lage gegen den Aequator der Erde von 18,4 Gr. bis zu 28,6 Graden, (nämlich 23,5 ∓ 5,1), weshalb der Mond uns manchmal sehr hoch, bisweilen sehr niedrig über dem Horizonte erscheint. — Der Mond konnte aus der Ebene des Erdäquators nur dann in eine andere Bahn fliegen, wenn die Massenvertheilung des von der Erde abgelösten Stückes gegen ihren Aequator ungleich war, was man unter den gewaltigen Kämpfen der in der Entwickelung begriffenen Erde sich leicht denken kann.

Wir müssen die Bewegung des Mondes überhaupt nach drei Beziehungen auffassen:

1. Er kommmt zur Erde und zu den Fixsternen von einem bestimmten Augenblicke an wieder genau in dieselbe Lage nach 27 Tagen 7 Stunden 43′ 11,56″ und legt daher täglich an der scheinbaren Himmelskugel einen Bogen von 13 Graden 10′ 35″ zurück, wenn wir auf die kleine Verrückung der Tag- und Nachtgleichenpunkte nicht Rücksicht nehmen. Diese Zeit heißt der siderische Monat.

2. Weil aber die Erde mit ihm von Westen nach Osten um die Sonne wandert, so muß er noch eine Strecke zurücklegen, ehe seine Stellung zur Sonne und Erde wieder dieselbe wird. Die ganze Zeit zwischen zwei solchen Stellungen (von Neumond zu Neumond) heißt der synodische Monat, welcher 29 Tage 12 Stunden 44′ 2,86″ beträgt, wobei der Mond täglich einen Bogen von 12 Graden 11,27″ zurücklegt.

Die ganze Zeit zwischen zwei gleichen Mondphasen ist also um 5 Stunden 51,3″ größer, als die Zeit, in welcher der Mond zu denselben Sternen zurückkehrt.

3) Weil die Tag- und Nachtgleichepunkte der Erdbahn nach und nach zu westlicheren Sternen rücken, so trifft der Mond immer etwas früher in der Ebene der Ekliptik ein, oder es vermindert sich die siderische Umlaufszeit noch um 6,83″, so daß die tropische Umlaufszeit 27 Tage 7 Stunden 43 Min. 4,72 Sek. und somit das tropische Jahr (von Nachtgleiche zu Nachtgleiche) 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten, 51,5 Sekunden beträgt.

Zwölf Mondwechsel geben also nur 354 Tage und fast 9 Stunden, also beinahe 11 Tage weniger, als ein Sonnenjahr. Nach etwa 18 Jahren 218 T. 21 St. 22 M. 46 Sek. ist der Lauf der Knotenpunkte, d. h. der Durchschnittspunkt der Mondbahn mit der Erdbahn, nach Westen vollendet und es kommen nach dieser Zeit die Mondwechsel wieder auf dieselben Tage zurück. Dieser Zeitraum heißt ein Mondzirkel. Das erste Jahr desselben hat den Neumond am 1. Januar. Die sogen. goldene Zahl des Jahres gibt an, das wievielte des Mondzirkels ein gewisses Jahr ist, die Epakte gibt das Mondesalter am Neujahrstage an oder wie viele Tage am Neujahrstage seit dem letzten Neumonde verflossen sind. Die Epakte schreitet jährlich um 11 fort. Das Osterfest fällt jedesmal auf den Sonntag der mit dem ersten Vollmonde nach dem Frühlingsanfange zusammentrifft oder diesem folgt. Nach fast 19 Jahren trifft der Vollmond zwar auf denselben Monatstag, nicht aber das Osterfest, weil dieser Tag nicht grade ein Sonntag zu sein braucht.

Diese wenigen Bemerkungen glaubte ich wegen ihres praktischen Interesses hier einschalten zu dürfen.

Von der gegenseitigen Stellung der Sonne, der Erde und des Mondes hängen bekanntlich die Verfinsterungen ab und da nach ungefähr 18½ Jahren diese drei Körper immer wieder in dieselbe Lage kommen, so wiederholen sich diese Erscheinungen in der Art, daß etwa

29 Mond- und 41 Sonnenfinsternisse auf diesen Zeitraum kommen. Da der kegelförmige Schatten der Erde gegen 186654 Meilen lang ist, so sehen wir denselben auf dem nur etwas über 51000 Meilen weit entfernten Monde als Mondverfinsterung; weil aber der Mondschatten nur 50294 Meilen lang ist, so bleibt die Erde außerhalb seines Bereiches und der Mond erkennt niemals eine Erdverfinsterung, dagegen hat er dann Sonnenfinsternisse, wenn wir Mondfinsternisse wahrnehmen, indem allen verfinsterten Stellen des Mondes die Sonne durch die Erde bedeckt erscheint.

Schon die Astronomen des Alterthums vermochten es, die Finsternisse vorher zu bestimmen und dem Volke große Verehrung einzuflößen. So stiftet u. a. Thales zwischen zwei Völkern Frieden und in späterer Zeit hat ja Columbus sich dadurch aus den Händen der erbitterten Indianer gerettet.

Die ganze Oberfläche des Mondes beträgt nur etwa 727600 Quadratmeilen, sein Rauminhalt $58^1/_8$ Kubikmeilen, so daß er in der Erde 50 mal enthalten wäre; seine Masse aber ist nur $^1/_{68}$ bis $^1/_{70}$ von der der Erde, weshalb seine Dichte nur $^2/_3$ von der Dichte der Erde ist und etwa dem spezifischen Gewichte des Glases (3,5) gleichkommt. Daraus und aus dem Umstande, daß er eine selbstständige Axendrehung nicht besitzt, läßt sich in Verbindung mit seiner Entstehungsweise und Oberflächenbeschaffenheit der Schluß ziehen, daß er nicht hohl ist.

Der uns zugewendete Theil seiner Oberfläche hat ein ganz eigenthümliches Aussehn. Während auf der Erde die Gebirge vorzüglich hervortretende Längenausdehnungen besitzen, zeigt uns der Mond wol über 1000 eigenthümliche, meist nicht über 7000, bisweilen aber 8 bis 10000, ja gegen die Mitte der Scheibe sogar bis 19000 Fuß hohe Ringgebirge, aus deren 8 bis 10000 Fuß tiefem Krater steile 4 bis 5000 Fuß hohe Kegel hervorragen. Es ist, als ob sich in einer zähen teigartigen Masse durch innere Gluth eine Menge von Blasen wie bei einer Gährung gebildet, als ob dann die Masse von dem Gipfel jeder Blase nach dem Umfange ihrer Basis allmählig herabgeflossen, als ob dann die Blase oben geplatzt und bei ihrem Erkalten ein steiles Ringgebirge gebildet und als ob endlich nachträglich häufig noch aus der tieferen Mitte ein vulkanischer Kegel aufgetrieben worden sei. Der Mangel einer selbstständigen Axendrehung des Mondes und die Kleinheit seiner Schwungkraft begünstigten auf ihm die Blasenbildung und Entstehung der Ringgebirge, während auf der Erde die Längenrichtung bei Gebirgen vorherrscht. Grade die be-

deutende Tiefe der Senkungsfelder innerhalb der Ringgebirge des Mondes läßt die angeführte Entstehungsweise als höchst wahrscheinlich erscheinen.

Da die Mondberge zum Theil eine fast ebenso große absolute Höhe haben, als sie unsere höchsten Berge besitzen, so sind sie im Verhältnisse zu den Durchmessern beider Weltkörper auf dem Monde fast viermal höher, als bei uns; denn der Monddurchmesser beträgt ja nur 468 geographische Meilen, und seine höchsten Berge (Dörfel) erreichen fast 30000 Fuß, sind also ziemlich ebenso hoch, als die höchsten Berge der Erde, deren Durchmesser 1719 Meilen lang ist. Auch die Durchmesser der Mondvulkane sind viel bedeutender, als bei den Erdvulkanen; der des Kopernikus z. B. beträgt 7 Meilen, während der Krater unseres Aetna nur $^1/_6$ Meile breit ist.

Die Mondberge sind wohl nur deshalb so hoch, weil die dort wirkenden Kräfte dieselben waren wie auf der Erde und weil auf dem kleineren Monde ihnen die Gravitation mit einem sechsmal geringeren Widerstande entgegenwirkte, als auf der Erde. Unser Zentner z. B. übt dort einen Druck von nur 60 Pfunden aus und der Fallraum der ersten Sekunde beträgt nur 2,52 Fuß, an der Erde 15,6', an der Sonne aber, welche 337100 mal mehr Masse hat als die Erde, gar 409 Fuß. Berücksichtigt man indeß bei der Erde noch die Meerestiefen, so ändert sich das Ergebniß. Die größte Höhe der Mondberge über das mittlere Niveau der Oberfläche beträgt 27300 metrische Fuß, die größte Vertiefung 10400 Fuß, also eine Höhe von zusammen 37700'; bei der Erde kann die Berghöhe zu 30000', die größte Meerestiefe aber zu 48000' (zus. 78000') angenommen werden. Der Niveauunterschied ist beim Monde $^1/_{154}$, bei der Erde aber nur $^1/_{278}$ des betreffenden Halbmessers. Ungeachtet dieses auffallenden Unterschiedes in den Erhebungen auf beiden Weltkörpern müssen wir unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Gravitation auf dem Monde nur etwa $^1/_6$ von der auf der Erde ist, doch schließlich die Behauptung aufstellen, daß die hebenden Kräfte auf der Erde verhältnißmäßig höhere Gebirge hervorgebracht haben, als auf dem Monde und daß dieser mit ihr nicht gleichzeitig entstanden ist, sondern *später* erst nach einer nicht unbedeutenden Herabsetzung ihrer Temperatur sich von ihr abgelöst habe. Der Niveauunterschied der Höhen und Tiefen müßte sonst nur $^1/_{924}$ vom Erdradius sein. Uebrigens mußte auf dem Monde die Erstarrung der Massen wegen der fast ungehinderten Wärmeausstrahlung in den Weltraum viel schneller eintreten als auf der mit einer ziemlich

dichten Atmosphäre umgebenen Erde und so konnten sich auf dem Monde die steilen Gebirge, welche nicht etwa wie bei der Erde durch Abspühlung bloßgelegt worden sind, unmittelbar nach ihrer Bildung bis heute unverändert erhalten.

Obwohl die uns zugekehrte Seite erkennen läßt, daß ihre vulkanische Thätigkeit imallgemeinen erstorben ist, so fehlt es doch auch nicht an Beobachtungen, welche noch Spuren von Veränderungen in neueren Zeiten zeigen. In den tiefsten Abgründen treten bisweilen Erscheinungen ein, welche sich mit Rauch, Nebel oder Wolken vergleichen lassen; manche Krater lassen erst nach längerer Besonnung ihre Form erkennen; man hat Einsenkungen aufgefunden, welche früher nicht vorhanden waren; in der Nachtseite sind bisweilen einzelne hellere Punkte erschienen und wieder verschwunden, als wenn der Ausbruch eines Vulkans stattgefunden hätte. Regelmäßig bei einer bestimmten Beleuchtungsrichtung durch die Sonne wiederkehrende Lichtpunkte rühren aber von glänzenden Flächen einzelner Gebirgsmassen her. Die innere Abdachung der Ringgebirge erscheint grau, die Abgründe selbst aber hell.

Außer den Ringgebirgen zeigen sich gegen 90 Rillen oder Rinnen, welche aber nicht etwa Flüsse sind, denn sie stehen mit Schluchten in Verbindung und gehen selbst durch Ringgebirge und Krater, sind also meilenlange Thäler, welche entweder eine Art von Verbindungskanälen zwischen der vulkanischen Thätigkeit verschiedener Gegenden gebildet haben oder sind Sprünge, welche der Mond bei seiner Erkaltung bekommen hat. Weil beim Monde die äußere Rinde ziemlich schnell erstarrte, so mußte er bei der Hebung durch Dampfblasen voninnen rings um solche Stellen strahlenförmige Sprünge bekommen, welche aber zunächst um diese Blasen bald wieder ausgefüllt wurden, während sie in einer größeren Entfernung davon noch eine geringe Vertiefung zeigen.

Ferner sind größere Flächen von verschiedener Färbung wahrzunehmen, die man mitunrecht Meere genannt hat, denn es ist selbst mit den vorzüglichsten Fernröhren weder bei ihnen noch überhaupt auf der ganzen uns zugekehrten Seite des Mondes irgend eine Spur von einer Flüssigkeit zu entdecken, und überall, auch in den Rillen erkennen wir Unebenheiten mit ihrem entstehenden und vergehenden Schatten.

Die natürliche Folge dieses Mangels jeder Flüssigkeit ist, daß man zu keiner Zeit irgend eine Spur organischen Lebens oder den Erfolg der Thätigkeit organischer Geschöpfe zu entdecken vermocht hat.

Endlich gehen von sieben größeren Ringgebirgen strahlenförmig Lichtstreifen aus, welche aber nur bei hohem Sonnenstande erkennbar sind, obwohl manche eine Breite von 3 bis 4 Meilen besitzen. Es sind wahrscheinlich glattgeschmolzene Massen, welche aus dem Inneren des Mondes durch die bei Hebungen entstandenen Risse hervordrangen.

Wenn auch zur Zeit des Neumondes die uns zugekehrte Seite von der Sonne nicht beschienen wird, so ist sie uns dennoch durch mäßig gute Fernröhre sichtbar und erscheint in einem magisch aschgrauen Lichte, durch welches die Berge, Thäler und Landschaften noch erkennbar sind und wobei die Scheibe mit einem schmalen goldenen Saume umgeben ist. Die Sonnenstrahlen werden nämlich in diesem Falle von der Erde aus auf die Schattenseite des Mondes zurückgeworfen, erleuchten sie aber zu verschiedenen Zeiten in einem verschiedenen Grade, jenachdem sie vom Festlande oder vom Meere kommen, die Atmosphäre heiter oder trübe ist. — Wenn nach dem Neumonde sich der östliche Mondrand (von uns aus gesehen nach Westen) sich mehr und mehr erleuchtet zeigt, so treten aus der Schattenseite die Berggipfel als scharf leuchtende Punkte mehr und mehr und um so früher hervor, je höher sie sind. Sind die Sonnenstrahlen bis an ihren Fuß gelangt, so werfen sie einen langen und wegen mangelnder Atmosphäre scharf begränzten Schatten. Je mehr die Zeit des Vollmondes naht, desto kürzer werden die Schatten und verschwinden endlich an den Stellen, auf welche die Sonnenstrahlen lothrecht gelangen. Es hat keine Schwierigkeit aus der Stellung der Sonne zur Erde und zum Monde und aus der Länge der Schatten die Höhe der Berge zu berechnen.

Der Mond zeigt sich wegen seiner einseitigen Lage zur Erde jetzt noch als gewissermaßen mit ihr verwachsen und als ein ehemaliger Bestandtheil derselben. Der Grund von dieser Stellung liegt, meine ich, darin, daß sein Schwerpunkt nicht im Mittelpunkte liegt, sondern etwa 8 Meilen (59000 Meter) jenseits desselben, also der jenseitigen mehr flachen Hälfte der Mondoberfläche näher, als der diesseitigen erhabeneren. Diese Lage des Schwerpunktes ergibt sich in der That als unbedingt nothwendig, wenn wir annehmen, daß der Mond erst dann sich von der Erde abgelöst habe, nachdem sich bei ihr bereits wenigstens theilweise eine festere Rinde gebildet hatte. Wenn nun ein Theil des Erdkörpers abgeschleudert oder überhaupt abgelöst wurde, welcher aus Bestandtheilen von verschiedenem spezifischen Gewichte zusammen-

gesetzt war, so b.saßen die gewichtigeren Stoffe beim Abschleudern eine größere Fliehkraft, als die leichteren und mußten daher weiter fortfliegen und auch stets in der größeren Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde, als dem ursprünglichen Drehungsmittelpunkte blieben. Aber auch für den Fall, daß wir beim Weiterfliegen der Erde den Mond nur als einen auf ihrem Wege zurückgebliebenen Antheil von ihr ansehen wollten, tritt dieselbe Thatsache ein, denn die gewichtigeren Bestandtheile des losgelösten Stückes werden durch ihr größeres Beharrungsvermögen einen größeren Widerstand geleistet haben, als die leichteren, werden also gegen diese ohne Trennung des Zusammenhanges etwas zurückgeblieben sein. Daher richtet der Mond auch seine größte Axe gegen den Mittelpunkt der Erde. Es ist als ob er wie ein Pendelkörper durch die Gravitation am Mittelpunkte der Erde aufgehängt wäre, indem sein Schwerpunkt bei der Bewegung um sie stets die möglich größte Entfernung festzuhalten sucht; er war also unfähig eine selbstständige Axendrehung, wie die Erde anzunehmen, denn er ist, wie wahrscheinlich auch alle übrigen Monde, im stabilen Gleichgewichte während die Erde, bei welcher Schwerpunkt und Mittelpunkt zusammenfallen, sich im indifferenten Gleichgewichte befindet. Die von der Erde losgelöste Masse ist mit voller Bestimmtheit imganzen noch ziemlich flüssig gewesen, denn sonst würde sie kugelförmig sich nicht haben gestalten können. Sie nahm mit der ganzen Berechtigung ihrer Gravitation zu allen den Stoffen, welche die zurückgebliebene Erde abgeben mußte und welche der zarte Weltäther ihr nur wenig streitig machte, diese Gestalt sofort an. Ob die Erde zur Zeit der Ablösung des Mondes das Wasser in seiner jetzigen Gestalt als tropfbare Flüssigkeit schon besessen hat, kann hierbei dahingestellt bleiben. Da aber die Naturprozesse im ganzen Weltraume dieselben sind, so haben die Stoffe des Mondes ähnliche Umwandlungen erfahren, wie auf der Erde, wenn auch wegen seiner durch die Kleinheit bedingten schnelleren Abkühlung in einer weit kürzeren Zeit. Daß aber nicht nur das Wasser, sondern auch alle übrigen Stoffe der Erde und der anderen zu unserer Sonne gehörigen Körper in einem gasigen Zustande vorhanden gewesen sind und sich theilweise noch darin befinden, ist anerkannt. Alles flüssige aber, also namentlich das Wasser, welches sich bei der fortschreitenden Abkühlung um den Mond nach und nach bildete, mußte sehr bald, um dem Schwerpunkte des ganzen Körpers möglichst nahe zu sein, auf die jenseitige flache Seite sich begeben. Wie auf der Erde alle tropfbaren Flüssigkeiten stets die tiefsten oder dem Schwerpunkte nächsten Stellen

zu erreichen suchen, so muß es auch auf den anderen Weltkörpern stattfinden. Auf der uns abgewendeten Seite hat also der Mond wol ein Zentralmeer mit Inseln und Buchten. Bescheint die Sonne zur Zeit des Neumondes die jenseitige Fläche, so wird das Wasser sich theilweise in Dünste auflösen, aber auch diese müssen sich aus demselben Grunde und weil sie der Fliehkraft bei der Bewegung des Mondes um die Erde folgen, ebenfalls jenseits halten. Wenn kurze Zeit vor und nach dem Neumonde ein mattes Licht noch über die Spitzen der Hörner sich weiter hinaus verbreitet, als es die Berechnung aus der gegenseitigen Lage von Sonne, Mond und Erde sich ergibt; wenn ferner die Mondberge an der Lichtgränze matter erscheinen, als an anderen Stellen: so kann man sich der Ansicht nicht entziehen, daß es nicht nur ein durch die Gravitation und die Schwungkraft an die abgewendete Seite des Mondes gefesselte Atmosphäre gibt, sondern auch, daß sie bis an die Grenze des sichtbaren Theiles sich hinzieht und hier sogar eine Strahlenbeugung verursacht. Wenn auch beim Monde die Schwungkraft 104mal kleiner, als bei der Erde ist, denn die Drehungsgeschwindigkeit am Aequator des Mondes beträgt 15, bei der Erde 1551 metrische Fuß, so ist doch auch die Schwere dort 6,5 mal geringer als hier und fesselt die Mondatmosphäre weniger an den Mond, als die Erdatmosphäre an die Erde gebunden wird. Die Spuren der Mondatmosphäre zeigten sich u. a. auch während der Sonnenfinsterniß am 29. August 1867. Als nämlich die Sonne so weit bedeckt war, daß sie scharfe Hörner bildete, ließ das untere Ende eine kleine, wie durch eine Brechung der Lichtstrahlen bewirkte Abweichung bemerken. Nach der Stellung des Mondes mußte es aber grade das untere Ende sein, welches die Spuren einer jenseitigen Atmosphäre verrieth. Ist die Verfinsterung eine gänzliche, so erzeugt sie auch rings um den Mond einen schmalen goldglänzenden Saum. Auch bei den kleinen durch die abgeplattete Gestalt der Erde hervorgebrachten Schwankungen (Nutationen) des Mondes, welche der Länge nach abwechselnd an seiner östlichen und westlichen Seite höchstens 7° 30′ betragen, es aber doch bewirken, daß uns von der Mondfläche nur $^{3}/_{7}$ ganz und stets verborgen bleiben, hat man schon oft nicht undeutliche Spuren einer Atmosphäre bemerkt.

Auf der Erde hört die Dämmerung auf, wenn die Sonne 18 Grade unter dem Horizonte ist, auf dem Monde schon bei etwa $2^{1}/_{2}$ Graden, da die Höhe seiner Atmosphäre nach den obigen Erscheinungen höchstens 2000 Fuß (mindestens 800′) berechnet wird.

Somit wäre nun eine alte oft aufgeworfene, aber stets ungenügend erörterte Streitfrage auf eine wie es mir scheint, befriedigende Weise erledigt. Der Mond muß eine Flüssigkeit besitzen, weil er sich sonst nicht kugelförmig hätte gestalten können und kann sie nur auf der uns abgewendeten Seite enthalten.

Damit steht eine andere Frage in der nächsten Beziehung, nämlich ob der Mond für das Vorhandensein organischer Wesen geeignet ist. Um der Beantwortung derselben näher zu treten, müssen wir uns vergegenwärtigen, wie dort die Erscheinungen eintreten.

Da der Mond sich in 29½ Erdentagen in Beziehung auf die Sonne um seine Axe dreht, so währet ein Mondtag 29½ unserer Erdentage, aber sein Tag ist auch so ziemlich sein Jahr, weil sein Aequator mit seiner Bahn einen Winkel von nur 6036′ (6,647°) bildet, so daß ein bedeutender Wechsel der Jahreszeiten nicht stattfinden kann; 14¾ unserer Tage bleibt einem Punkte der Mondoberfläche die Sonne über dem Horizonte und ebensolange unter ihm; überall und stets sind die Tage gleich den Nächten. Die Beleuchtung ist zwar ür einen bestimmten Ort während 14¾ unserer Tage (die mittlere Dauer eines Mondtages beträgt genauer 354 Stunden 22 Minuten 1,4 Sekunden) sehr gleichmäßig, nicht aber die Erwärmung: allmonatlich (für den Mond eigentlich alltäglich oder alljährlich) wandert die Wärme nur einmal rings um ihn, die größte in seiner Aequatorialgegend, geringere zu beiden Seiten des Aequators, in gleichen Entfernungen ziemlich gleiche, nach den Polen hin aber abnehmende Wärmegrade. Die Pole, deren Horizont fast in der scheinbaren Sonnenbahn liegt, haben stets dieselbe niedrigste Temperatur, weil sie von den Sonnenstrahlen unter den kleinsten Winkel getroffen werden. Die höheren Bergspitzen haben an den Polen ewigen Sonnenschein, die Thäler ein nur durch Zurückwerfung erzeugtes Dämmerlicht, denn die Sonne sinkt nie tiefer als 1½ Grad unter den wahren Horizont und steigt auch nie höher und würde in jenem Falle eine auch nur 1830 Fuß hohe Bergspitze schon erreichen, während sie am Nordpole 9000, am Südpole 20000 Fuß Höhe haben. Der Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten Tagestemperatur wird vom Aequator nach den Polen zu immer kleiner.

Auf der uns zugekehrten Seite des Mondes ist der Uebergang von Tag und Nacht wegen der fehlenden Atmosphäre ein äußerst schroffer. Während man auf einem Berggipfel beim Aufgange der Sonne bereits im vollsten und schönsten Glanze sich befindet, sind die Thäler in

schwarze Nacht gehüllt und selbst die Schatten der nach der höher gestiegenen Sonne hin befindlichen Berge stechen sehr grell ab; erhebt sich die Sonne immer höher, so treten aus der schwarzen Nachtseite die Berggipfel immer mehr und mehr hervor als scharf leuchtende Punkte von wechselnder Größe; nähert sich aber die Sonne dem Untergange, so tritt im Westen eine leuchtende Bergspitze nach der anderen in die Finsterniß und der etwaige Beschauer selbst wird auf der uns zugewendeten Seite wegen des Mangels einer Atmosphäre plötzlich von Nacht umhüllt, wenn der letzte Sonnenstrahl unter seinen Horizont sinkt. Nur da, wo der Mond Erdenschein hat, wird der schroffe Gegensatz etwas gemildert. Weil auch Wolken und Regen fehlen, so ist von den bei uns oft so prachtvollen Erscheinungen der Morgen- und Abendröthe und des herrlichen Regenbogens nicht die Rede.

Der Mond, für welchen wir gewöhnlich so sehr schwärmen, zeigt uns bei näherer Untersuchung in Wirklichkeit das Bild der trostlosesten Einförmigkeit und Abgestorbenheit. Wären wirklich auf der uns abgewendeten Seite organische Wesen vorhanden, was noch sehr zu bezweifeln ist, weil bei der langen Abwesenheit der Sonne alles Flüssige wohl erstarren wird; so müßten sie mit vollkommen abweichenden Eigenschaften gegen die auf unserer Erde ausgestattet sein. Da die Tage und Nächte fast 30mal länger sind, als bei uns, so würde ein Mondbewohner weit langsamer ermüden müssen, als wir, wenn er uns gliche und wenn der Tag zum Arbeiten, die Nacht zum Schlafen bestimmt wäre; freilich aber würde ihm auch das Arbeiten leichter fallen, weil ein Zentner unseres Gewichtes dort nur 60 Pfunde wiegen würde. Wir werden also das Menschengeschlecht am allerwenigsten auf dem Monde zu suchen haben; viel eher auf der Venus und dem Mars, weil sie thatsächlich mit der Erde eine große Aehnlichkeit haben.

Wenn wir uns auf den Mond versetzen, so würde der Anblick des Himmels von ihm aus manches für uns Ueberraschende darbieten. Von der beim Neumonde aus dunkel erscheinenden Seite des Mondes aus betrachtet, sieht man den gestirnten Himmel im vollen Glanze ohne Trübung durch eine Atmosphäre erst in 29½ Tagen nur einmal scheinbar von Osten nach Westen um den Mond sich bewegen und in dieser Zeit jeden Stern nur einmal auf- und untergehen; die Sonne wandelt ziemlich in derselben Größe, wie sie uns erscheint, langsam unter den Fixsternen hin von Westen nach Osten in einem Erdenjahre rings um ihn; vor allem prachtvoll ist der Anblick der Erde, welche unbeweglich am Himmel mit einer 13 mal größeren Oberfläche erscheint, als die

Sonne. Sie ist natürlich nur der diesseitigen Mondhälfte sichtbar und erscheint ihm abwechselnd in solchen Phasen, wie wir sie am Monde wahrnehmen. Beim Neumonde nämlich zeigt sie der Schattenseite des Mondes die volle Beleuchtung und erhellt so ihre zweiwöchentliche Nacht fast zu unserer Tageshelle (es ist gewissermaßen Vollerde); beim Vollmonde ist die Schattenseite der Erde ihm zugewendet (Neuerde), so daß sie ihm unsichtbar sein würde, wenn nicht die Strahlenbeugung durch ihre Atmosphäre sie mit einem Lichtsaume umgeben erscheinen ließe; im ersten Mondviertel wird ihm die linke, im letzten die rechte Hälfte der Erde beleuchtet erscheinen.

Die Beobachtung der Erde zur Zeit des Neumondes muß ganz besonders interessant sein, weil sie ihm bei der ziemlich schnellen Axendrehung in kurzer Zeit ein anderes Bild zeigt, denn das helle Land mit seinen Farbenwechselungen wird sich von dem dunklen Meere lebhaft unterscheiden. Die Lichtabwechselungen unserer Erde und ihre leicht erkennbare Axendrehung würden dem Monde ein bequemes Mittel zur Zeiteintheilung darbieten.

5. Andere Weltkörper im Systeme unserer Sonne.

a) Die Kometen.

In dem zu unserer Sonne gehörigen Systeme von Planeten, Monden und Ringen erscheinen häufig unerwartet Gäste, welche theils häuslich in ihm sich niederlassen, theils nach meist kurzer Zeit wieder verschwinden, um nur in seltenen Fällen und nach sehr langer Zeit wiederzukehren. Ich meine die früher so sehr gefürchteten Kometen. Obwohl sie durch die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinung vonjeher ein großes Interesse erregt haben, so ist es doch erst in der neuesten Zeit gelungen, ihnen in dem Haushalte der Natur die richtige Bedeutung beizulegen und durch sie auch einen tieferen Blick in die Art der Umwandlung der Weltkörper zu thun.

Wenn auch die meisten Kometen als wahre Weltbürger im Weltraume herumschweifen, so ist doch bereits nachgewiesen, daß 10 derselben ihre Bahnen innerhalb unseres Sonnensystems beschreiben und daß 241 andere in geschlossenen und bereits berechneten Bahnen sich bewegen; bei anderen ist es allerdings zweifelhaft, ob sie in ihrem äußerst langgestreckten Laufe, bei welchem sie vor und nach ihrer Son-

nennähe in einer fast graden Richtung sich bewegen, nicht bis in den Bereich der Anziehungskraft einer anderen Sonne gelangen und ihr dienstbar werden müssen. Es ist wol möglich, daß es Kometen gibt, welche von Sonne zu Sonne schweifen. Jedenfalls sammeln sie hierbei die in dem Weltraume zwischen den Sonnen noch zerstreut vorhandenen zarten Stofftheilchen, in deren Nähe sie kommen, und führen sie um so sicherer mit sich fort, je langsamer sie sich bewegen und je entfernter sie von einem anderen gewichtigen Körper sich befinden. Dabei sind sie so wenig massig, daß das Licht der hinter ihnen befindlichen Fixsterne weder geschwächt, noch abgelenkt wird. Daraus ergibt sich auch, daß sie weder als Ganzes aus einem Gase bestehen, noch in ihren Bestandtheilchen mit Gasatmosphären versehen sind. Im Jahre 1834 befand die Erde sich sogar innerhalb des Schweifes eines Kometen, ohne daß wir irgend einen Einfluß wahrgenommen haben. Auch der mehr als 20 Millionen Meilen lange Schweif des herrlichen Kometen vom Jahre 1811 berührte uns, ohne daß wir belästigt worden wären. Selbst die ganze Masse eines Kometen ist nur höchst unbedeutend, denn im Jahre 1770 ging ein Komet durch die Bahnen der Jupitermonde, ohne sie irgendwie zu verändern. Von einzelnen Kometen wie z. B. von Brorsens Komet (beobachtet vom 2. bis 13. Mai 1868) und von Nr. II. desselben Jahres hat die Spektralanalyse allerdings ermittelt, daß sie aus leuchtendem Kohlenstoffe bestehen.

Es ist von hohem Interesse, den Lebenslauf eines aus äußerst zarten und lose neben einander liegenden Bestandtheilen zusammengesetzten Körpers kennen zu lernen, zumal wenn er das Unglück hat, in das Anziehungsgebiet unseres Planetensystems zu gerathen. Grade die neuesten Forschungen haben uns darüber die vortrefflichsten Aufschlüsse gegeben.

Die beobachteten Erscheinungen haben aber für den denkenden und gebildeten Menschen nur dann einen höheren Werth, wenn aus ihnen sichere Schlüsse auf das Wesen und die Zustände der Weltkörper gezogen werden können. Wir müssen also, um die Gegenwart zu begreifen, einwenig in die Vergangenheit zurückblicken.

Ein Komet wird erst dann sichtbar, wenn er aus den Tiefen des Weltraumes in unser Planetensystem tritt, indem dann erst das Licht unserer Sonne von seinen Stofftheilchen hinreichend stark zurückgeworfen wird. Tritt also aus dem unendlichen Weltraume ein planetarischer Nebel in das zu unserer Sonne gehörige Weltkörpersystem, so wird er durch die Sonne ohne Erzeugung von Lichtphasen beleuchtet und uns als Komet sichtbar. Die Kometentheilchen leuchten in der That eben-

sowenig selbst, wie der Mond, denn auch bei ihnen zeigt sich das Licht polarisirt oder schwingt nur in einer Ebene. Nur bei dem Kometen Nr. 1 von 1866 hat die Spektralanalyse einen selbstständig leuchtenden gasigen Kern mit homogenem Lichte im Spektralapparate und eine Nebelhülle, deren Theilchen durch zurückgeworfenes Licht sichtbar waren, erkennen lassen. Es ist also auch klar, daß die Kometen erst in größerer Sonnennähe sichtbar werden können.

Je näher ein Komet auf seiner langgestreckten Bahn dem Sonnennähepunkt kommt, desto schneller bewegt er sich und desto mehr werden Stofftheilchen, namentlich von seinem Umfange, durch den ihm widerstehenden Weltäther abgerissen. Es bildet sich also durch das Zurückbleiben von Theilchen des Kometen ein leuchtender Schweif, welcher sich mit zunehmender Annäherung an die Sonne verlängert. Ist der Komet glücklich über den Sonnennähepunkt hinausgekommen, so nimmt mit zunehmender Entfernung seine Geschwindigkeit fortwährend ab; er zieht mit zärtlicher Sorgfalt die Schweiftheilchen wieder mehr und mehr an sich und rundet sich wieder möglichst so ab, wie er vorher war.

Ginge der Komet in einer graden Bahn, so würde sein Schweif einen graden Hohlkegel bilden und ein seitwärts in der Bahn des Kometen befindliches Auge würde ihn zufolge der Perspektive von der Axe aus zu beiden Seiten nach der Gränze hin mit gleichmäßig zunehmendem Lichte erblicken.

Da aber jeder Komet in einer gekrümmten Bahn sich bewegt, so hat sein Schweif dieselbe Krümmung. Die natürliche Folge davon ist, daß die an der Außenseite des Schweifes befindlichen Theilchen eine größere Geschwindigkeit und Fliehkraft besitzen als die an der inneren, daß also dort der von dem Weltäther geleistete Widerstand ein größerer ist als hier, und daß er daher die Schweiftheilchen dort dichter zusammendrängt als hier. Aus diesen Gründen zeigte sich u. a. der Schweif des schönen Kometen von 1859 an der Außenseite seiner Bahn viel heller als an der Innenseite. Es ist mir stets aufgefallen, daß man auf diese Erscheinung anderweitig nicht aufmerksam gemacht hat, da sie doch offenbar einen von den Beweisen für das zweifellose Vorhandensein des Weltäthers abgibt, von welchem Manche, vielleicht wegen der für ihren Glauben daraus zu ziehenden gefährlichen Folgerungen gar nichts wissen wollen.

Obwohl bereits Hunderttausende von Kometen durch unser Planetensystem gegangen sind, so lassen sich auffallende Veränderungen doch nur an denen nachweisen, welche einem oder mehren Planeten oder

der Sonne allzu nahe gekommen sind. Diese Veränderungen beziehen sich theils auf die Kometen selbst, theils auf ihre Bahnen.

Kommt ein Komet aus dem Weltraume grade auf uns zu, so erscheint er uns noch rund, selbst wenn er auf seiner Flugbahn in die Länge gezogen worden ist; befinden wir uns aber seitwärts von dieser Bahn, so erscheint er nicht selten in die Länge gezogen, gleichsam mit zwei Fluthwellen, einer der Sonne zugewendeten und einer abgewendeten, die man wol auch Schweife genannt hat, und dabei verkleinert sich der eigentliche Kern sehr. Diese Thatsache war besonders ausgeprägt bei einem Kometen vom Jahre 1823. Um diese Erscheinung richtig zu verstehen, muß man berücksichtigen, daß nicht die Stärke der Gesammtanziehung eines Körpers (z. B. eines Planeten) gegen einen anderen (einen Kometen) eine solche Formveränderung bewirkt, sondern daß sie von der Größe des Durchmessers des angezogenen Körpers (Kometen) und der Entfernung des anziehenden (Planeten) abhängig ist. Obwol die Anziehung der Sonne gegen einen Punkt der Erde etwa 7000 mal größer ist, als die des Mondes, so sind doch die durch den letzteren an der Erde bewirkten Fluthen viel größer, als die durch erstere. Also ein Planet, in dessen Nähe ein Komet kommt, wird diesen mehr in die Länge ziehen können oder auf entgegengesetzten Seiten Fluthwellen erzeugen, als selbst die mächtige Sonne; er wird sogar imstande sein bei noch größerer Annäherung ein Stück von ihm loszureißen und diesem eine andere Bahn mit einer kleineren Umlaufszeit anzuweisen.

Die Form der neuen Bahn hängt ab von der Geschwindigkeit des ankommenden Kometen, von seiner Bewegungsrichtung gegen die Sonne und gegen die Planeten und von der Entfernung von diesen Körpern.

Auf diese Weise kann der aus einem Theile einer kosmischen Wolke bei ihrer Annäherung aus dem unendlichen Weltraume gebildete Komet sogar gezwungen werden, bei der Sonne zu bleiben und fortan wiederholt um sie in einer engeren Bahn sich zu bewegen, während der Haupttheil der Wolke seine ursprüngliche langgestreckte Bahn imganzen beibehalten wird. In den Zeiten aber, als die Planeten noch mit dichteren und weit ausgedehnten Atmosphären versehen und in dem Planetensysteme noch nicht so große leere Zwischenräume vorhanden waren, wurden die ankommenden Kometen nicht blos theilweise sondern vollständig zurückgehalten, so daß eine häufig wiederholte und sicher mit Wärmeentwickelung verbundene Vermischung verschiedenartiger

Stoffe und somit eine rege Thätigkeit innerhalb des Raumes des ganzen Planetensystems stattfand.

Die durch Störung eines Planeten veränderte Umlaufszeit eines Kometen ist übrigens ein Bruchtheil von der Umlaufszeit des störenden Planeten. — Hat aber die Bahn eines Weltkörpers irgendwo eine Störung erfahren, so kehrt der Körper bei seinem Umlaufe um die Sonne stets an die Stelle, wo er gestört worden ist, wieder zurück und wird dort aufsneue gestört. Ist es ein Komet, so kann er ganz zerstört oder aufgelöst werden.

Für alle diese aus Naturgesetzen folgenden Angaben finden sich merkwürdiger Weise im Weltraume die bestätigenden Thatsachen vor.

Die erste Veränderung besteht in einer förmlichen Zerreißung eines Kometen durch einen Planeten, welchem er zu nahe kommt. Schon die chinesischen Annalen aus vorchristlicher Zeit und auch Seneka berichten von solchen Theilungen. Im Jahre 1618 geschah eine solche unter den Augen von Kysatus und Wendelin. Auch 1860 wurde in Rio-de-Janeiro ein Doppelkomet gesehen und am 2. August desselben Jahres abends bald nach 9 Uhr bemerkte ich in Gesellschaft von noch drei Personen, wie zwar nicht ein Komet, sondern ein sehr schönes hellgrünes Meteor von etwa 6 Zoll scheinbarem Durchmesser, welches nach den eingelaufenen Berichten von Westen nach Osten über die ganze Nordamerikanische Union gezogen war, ziemlich niedrig über Hoboken sich in zwei Theile auflöste, welche sofort sich kugelförmig gestalteten und ihren Weg mit wachsendem Abstande ziemlich langsam fortsetzten.*)

Die Zertheilung von Weltkörpern, so wie die sofortige Gestaltung der Theile zu Kugeln, wenn sie aus nachgibigen oder lose zusammenhängenden Massen bestehen, ist also eine feststehende Thatsache, welche geeignet ist, die oben aufgestellte Theorie über die Entstehung der Weltkörpersysteme zu unterstützen. Im Jahre 1765 näherte sich aus dem fernen Weltraume eine kosmische Wolke dem gewaltigen Jupiter. Dieser riß von ihr einen Theil, den Lexell'schen Kometen, ab, wies ihm eine neue Bahn an und zwang ihn in 5½ Jahren sich um

*) Die grüne Farbe von Meteoren gehört zu den Seltenheiten und wird wol von einem Silber- oder Kupfergehalte herrühren. Ein gelblich grünes Meteor ist am 24. November 1868 um 5 Uhr 10 Minuten abends beobachtet worden. — Beim Zerspringen eines Meteores, welches am 22. Mai 1869 in Frankreich (Arrondissement Napoléonville) gesehen wurde, zeigten sich beim Zerspringen grünlich weiße Funken.

die Sonne zu bewegen; nach 11 Jahren wurde dieser Theil von dem Jupiter wieder ergriffen und ist seitdem verschwunden.

In die Zerstörung des im Jahre 1844 von Vico entdeckten Kometen theilen sich Mars und Jupiter. Seine Umlaufszeit von 66 Jahren verkürzt sich auffallend. Er war nach der Berechnung bereits im Jahre 1817 dem Mars sehr nahe und wird ihm am 18. Oktober 1871 wieder sehr nahe kommen und dann schon vielleicht zerstört werden; wenn es aber noch nicht geschieht, so steht ihm dieses Schicksal im Jahre 1880 durch den Jupiter bevor, dem er bereits 1814 recht nahe war.

Der Biela'sche, im Jahre 1826 aufgefundene rückläufige, d. h. von Osten nach Westen um die Sonne sich bewegende Komet, ging stets in 2414 Tagen (gegen 6½ Jahre) durch die Erdbahn. Am 29. Dezember 1845 erkannte Maury in ihm zwei Kerne; im Januar 1846 theilte er sich vollständig in zwei Kometen und zwar für den vorderen Theil durch den anziehenden Einfluß der Erde, für den hinteren zufolge seines Beharrungsvermögens, aber jeder Theil ging in der alten Bahn fort; 1852 waren die Theile bereits achtmal weiter von einander entfernt als 1846; bei ihrer Wiederkehr 1859 konnten sie wegen der Sonne nicht beobachtet werden, und 1866, also 20 Jahre nach der Entstehung, waren sie bereits verschwunden. Wäre diese Zerstörung nicht eingetreten, so würde der Komet am 26. Dezember 1933 genau wieder an derselben Stelle der Erdbahn in der Nähe der Erde erscheinen.

Der von Brorsen am 26. Februar 1846 entdeckte Komet kam schon am 20. Mai 1842 dem Jupiter so nahe, daß er ihm eine Umlaufszeit von 5 Jahren 6½ Monaten anwies. Seine Bahn war so genau berechnet, daß ihn Bruhns am 12. April 1868 fast genau an der vorher bezeichneten Stelle dicht am Schwanze des Widders auffand; 1851 und 1862 wurde er nicht gesehen. Er wird uns nach der Lage seiner Bahn bis in die Mitte des nächsten Jahrhunderts erhalten bleiben, dann aber einen anderen Weg einschlagen müssen.

Durch den Jupiter sind nachweislich noch mehre Kometen entstanden. Der von Faye hat eine Umlaufszeit von fast 7 Jahren, der d'Arrest'sche von 6½ Jahren.

Der erste im Jahre 1866 von Tempel entdeckte Komet wurde vom Uranus gezwungen, in 33,₁₈ Jahren um die Sonne sich zu bewegen und trifft dabei die Erdbahn. Der von demselben Astronomen am 3. April 1867 aufgefundene geht in fast 6 Jahren um die Sonne und ist wol derselbe, welchen Goldschmidt schon am 16. Mai 1855 sah.

Der von Stephan am 25. Januar 1867 zuerst wahrgenommene geht auch in fast 6 Jahren um die Sonne.

Einer der berühmtesten Kometen ist der von Pons entdeckte und im Jahre 1818 aus einer kosmischen Wolke durch die Anziehung des Merkur in der Gegend des Punktes entstandene, in welchem die gegeneinander geneigten Bahnen beider Weltkörper einander schneiden. Nach etwa 88 Tagen tritt der Komet immer wieder in den Durchschnittspunkt der beiden Bahnen; aber dieser Punkt geht immer mehr und mehr nach Westen zurück, indem der Komet bei Beschleunigung seiner Geschwindigkeit und Annäherung zur Sonne seine Umlaufszeit von $3^1/_2$ Jahren allmählig verkürzt. Enke hat mit Benutzung der nach neunzehnmaliger Wiederkehr angestellten Beobachtungen berechnet, daß die Umlaufszeit von 1789 bis 1859 sich bereits um 2 Tage verkürzt hat. Dabei erscheint er nach jeder Wiederkehr matter, indem er von seinen Massentheilchen mehr und mehr auf seiner Bahn zurückläßt und so sich nach und nach in einen um die Sonne laufenden Ring auflöst, dessen Bestandtheile in dieser Periode des Zustandes nicht mehr sichtbar sind.

Die Verwandlung eines Kometen in einen vollständigen Ring geschieht um so schneller, je mehr der Komet anfangs in die Länge gezogen worden ist, indem der vorderste, der Sonne am nächsten liegende Theil eine kürzere Umlaufszeit hat, als der entferntere Theil, jener also immer mehr und mehr voraneilt und endlich den hintersten einholt.

Diese Beispiele mögen genügen, um erkennen zu lassen, daß von der ungemein großen Anzahl planetarischer, an sich unsichtbarer Nebel des Weltraumes viele als Kometen in unser Planetensystem gerathen, und hier nicht nur gezwungen werden, theilweise oder ganz in ihm zu bleiben und um die Sonne sich zu bewegen, sondern daß sie sogar das Schicksal der Theilung und der völligen Auflösung erfahren, außerdem aber auch noch die Möglichkeit einer Verbindung darbieten, wie die Kometen von Enke und Biela, welche durch die Bahnen der Erde und des Mars gehen. In dem letzten Falle mischen sich die in ihnen enthaltenen Stoffe.

Die bei den Kometen ermittelten Thatsachen, daß ihre Umlaufszeit sich verkleinert und daß Massentheilchen von ihnen abgelöst werden, ist ein neuer Beweis für das Vorhandensein eines, wenn auch nur äußerst zarten, den Weltraum einnehmenden Stoffes, nämlich des **Weltäthers**. Durch ihn wird die Fliehkraft der Theilchen vermindert, so daß die Anziehungskraft der Sonne wirksamer hervortritt. Außer

dem Widerstande des Weltäthers bewirkt die Anziehungskraft der Planeten eine Zerstreuung oder Zerstörung der Kometen.

Es ist klar, daß, wenn schon ein ganzer Komet durch die Anziehungskraft der Sonne und der Planeten genöthigt wird, sich dem Planetensysteme anzuschließen, seine zarten Bestandtheile nach der ganzen oder theilweisen Auflösung des Kometen noch weit eher gezwungen werden, bei uns zu bleiben. Es entsteht nur noch die Frage, welche Rolle diese kleinen Körperchen in unserem Systeme spielen oder welches weitere Schicksal sie erfahren. Die Antwort darauf ist erst in der neuesten Zeit gegeben worden.

b) Die Kometen und Meteorsterne.

Die freundlichen und plötzlich am Himmel auftauchenden, nach allen Richtungen und Weltgegenden schnell eine Strecke dahinfahrenden und wieder verschwindenden weißen Lichter, wer kennt sie nicht unter dem Namen Sternschnuppen, welche man neuerdings mit dem ästhetischeren Meteorsterne vertauscht hat? Sie sind die letzten Lebensfunken der zerstreuten Kometenstofftheilchen, welche, wenn sie in die Erdathmosphäre gelangen, durch Reibung glühend werden und in ihr verbrennen, ohne daß man bisjetzt Spuren von Ueberresten auf der Erde mit Sicherheit zu entdecken vermocht hat.

Aus den im August 1867 in Preußen (Berlin und anderwärts) angestellten, sehr sorgfältigen Beobachtungen ergibt sich, daß keines der Meteore in einer größeren Höhe über dem Horizonte als 22 Meilen aufleuchtete und keines beim Verschwinden tiefer als bis zu 7 Meilen herabgekommen war; die mittlere Höhe des Erscheinens betrug 15,7 Meilen, des Verschwindens 12,3 Meilen; die Länge der Flugbahn 5 Meilen, die Geschwindigkeit 6 Meilen in einer Sekunde und die mittlere Zeitdauer des Aufleuchtens $^5/_8$ Sekunden.

Wenn manche von ihnen einen Schweif zeigen, so kann derselbe bei sehr schnell sich bewegenden Meteoren die Folge einer optischen Täuschung sein, wie bei einer schnell im Kreise herum geschwungenen glühenden Kohle, oder es können sich wirklich Stofftheilchen abgelöst haben, welche auf der Flugbahn zurückbleiben und noch eine kurze Zeit, bisweilen aber auch 3 bis 4 Minuten hindurch glühend bleiben.

Bei denjenigen Meteoren, welche eine aufwärts gehende Lichtbewegung zeigen, lösen sich, während sie auf ihrer abwärts gerichteten Flugbahn noch unsichtbar sind, zwar auch schon Stofftheilchen ab, aber

dieselben brennen erst dann rückwärts ab, wenn der Kopf am Ende der Bahn angelangt ist und dort zu brennen beginnt, nachdem er durch die Reibung in der Atmosphäre hinreichend heiß geworden ist.

In seltenen Fällen bildet sich am Ende der Bahn ein noch mehre Minuten sichtbarer Ring. Bei einem am 13. November 1866 in Berlin beobachteten Meteorsterne lief dieser Ring von dem in einer Höhe von $11^1/_2$ Meilen befindlichen Ende der Flugbahn dann noch 3 Meilen rückwärts. Man kann diese höchstmerkwürdige Erscheinung nicht dadurch erklären wollen, daß das Meteor vor sich die Luft stark zusammengedrückt und hinter sich einen luftverdünnten Raum gelassen habe, nach welchem es von der verdichteten Luft zurückgeworfen worden sei; denn ein so zarter Körper konnte die Luft nicht so stark zusammendrücken, als zu einem so großen Rückwege in so kurzer Zeit nothwendig gewesen wäre, und überdies mußte in die rückwärts freigewordene Bahn die umgebende Luft sofort stürzen. Das Einfachste und Natürlichste ist, anzunehmen, daß das Meteor einseitig und allmählig abgebrannt ist, und daß die dabei sich entwickelnden Gase durch den Stoß auf die atmosphärische Luft wie bei Raketen und Feuerwerkskörpern es in eine drehende Bewegung versetzt haben, welche noch fortdauerte, als es am Ende der Flugbahn durch den Widerstand der Luft aufgehalten wurde. Der als Spielwerk benutzte sogenannte Luftkreisel bohrt sich beim Steigen gewissermaßen in die Luft in ähnlicher Weise ein.

Meteorsterne erscheinen vereinzelt oder sporadisch zwar zu allen Zeiten des Jahres und es vergeht kaum eine Nacht, in welcher nicht eine Anzahl teleskopischer Meteore betrachtet würde; aber die größte Menge drängt sich in zwei kurze Perioden zusammen: in die Zeit vom 9. bis 11. August und in die vom 11. bis 14. November. Uebrigens aber glaubt man nach sorgfältigen Zählungen der beobachteten Meteore doch schon noch acht schwächere Fallperioden annehmen zu dürfen.

Bei dem Augustphänomen oder dem sogenannten Laurentiusstrome scheinen die Meteore aus dem Sternbilde des Perseus hervorzustrahlen, weil die Bahn der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne in dieser Zeit gerade nach jenem Sternbilde hingerichtet ist. Die Erscheinung ist um dieselbe Zeit bereits seit mehr als 1000 Jahren beobachtet worden, denn aus dem Jahre 830 finden sich Anzeigen davon; aber erst in der neuesten Zeit hat die Astronomie die richtige Quelle derselben in einem Kometen gefunden, welcher als der dritte des Jahres 1862 bezeichnet wird und der Rest von einem früher weit größer gewesenen ist, da er sich zum größten Theile in einen vollständigen

elliptisch gestalteten Ring aufgelöst hat. Der Sonnennähepunkt des Ringes ist 19200000, der Sonnenfernepunkt 940 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Seine Länge beträgt 2340 Millionen Meilen, seine Dicke 864000 Meilen, weil die Erde am 10. August 6 Stunden braucht, um ihn mit einer Geschwindigkeit von 4 Meilen in einer Sekunde zu durchlaufen. Die Neigung des Ringes gegen die Erdbahn beträgt 66¼ Grade. Im Jahre 1862 kam der dazu gehörige Komet, welcher eine Umlaufszeit von 120 Jahren hat, gegen 14 Tage früher als die Erde in dem Punkte an, wo die Bahn des Ringes und der Erde einander schneiden, so daß er noch 52 Millionen Meilen von ihr entfernt war.

Noch weit prachtvoller ist das Novemberphänomen, bei welchem die Lichter aus dem Sternbilde des Löwen hervorzuströmen scheinen; denn bei der Beobachtung am 14. November 1867 um 5½ Uhr morgens kamen vor Martinique die Meteore scheinbar senkrecht herab, gleich als ob sie aus einem Punkte 149° 12′ grader Aufsteigung und 23′ nördlicher Abweichung ausströmten. Es erscheint uns nicht alljährlich, sondern nur drei Jahre hintereinander und dann folgt eine Pause von 30 Jahren, so daß die ganze Periode 33 Jahre beträgt.

Daraus folgt mit Sicherheit, daß noch kein vollständiger Meteorring, sondern nur ein Theil eines solchen vorhanden ist, der aber bereits eine solche Länge erreicht hat, daß die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne drei Jahre hintereinander durch ihn geht.

Im Jahre 1866 ging die Erde in der Nacht vom 13. zum 14. November um 2 Uhr mitten durch den Schwarm, im Jahre 1867 mußte dieses 6 Stunden später geschehen, also am 24. November 8 Uhr morgens, weil das Jahr nicht blos 365 Tage hat, sondern noch etwa 6 Stunden länger ist. Die invoraus auf diese Zeit angesetzte Erscheinung stellte sich auch wirklich rechtzeitig ein, nur daß sie in Europa wegen des anbrechenden Tages in ihrem vollen Glanze nicht lange beobachtet werden konnte. Man beobachtete in einer Minute etwa 1000 Meteore. Im Jahre 1868 ging die Erde von 12 Uhr 30 Minuten bis 2 Uhr 15 Minuten (Zeit von Greenwich) durch den Schwarm.

Auch für diese Meteore ist die richtige Quelle aufgefunden worden, nämlich in dem von Tempel 1866 unter Nr. 1 entdeckten Kometen, dessen Umlaufszeit 33 Jahre 2 Monate beträgt und dessen Bahn die Erdbahn im 51sten Grade 26′ der Ekliptik, wo die Erde am 13. November sich befindet, fast rückläufig (von Ost nach West) unter einem Winkel von 15 Graden mit einer Geschwindigkeit von mindestens

7 Meilen in einer Sekunde (in der Sonnennähe aber mehr als 11 Meilen) durchschneidet.

Wird zurückgerechnet, so findet man, daß schon vor 1742 Jahren, nämlich im Jahre 126 eine kosmische Wolke in die Nähe des Uranus kam und dort zu einem unserer Kometen gemacht wurde, welcher nach bereits 52 Umläufen, deren große Axe 400 Millionen, deren kleine Axe 180 Millionen Meilen beträgt, sich zu einem bereits 380 Millionen Meilen langen schweifartigen Schwarme ausdehnt. Letzteres kann man daraus schließen, daß die im November 1833 eingetretene Hauptepoche ihre Nachwirkungen bis zum Jahre 1846 ausgedehnt hat, wenn auch die Meteore spärlicher erscheinen. Uebrigens hat Alexander v. Humbold den Schwarm bereits 1799 in Kumana beobachtet und 1832 und 1833 wurde er sowohl in Europa als auch in Amerika gesehen. Olmsted und Palmer schätzen die während einer Nacht in Amerika gesehenen Meteore auf mindestens 24000.

Wenn die Ringbildung ungestört so fortginge, so würde sie in 3482 Jahren vollendet sein, und dann würde die Novembererscheinung auch alljährlich eintreten; aber auf diesen Kometen wirken Uranus und Erde zerstörend ein, jener zwar nur alle 84 Jahre einmal, aber mehr als dieser; denn Uranus hat 18mal mehr Masse und nur etwa eine Meile Geschwindigkeit in einer Sekunde, wenn der Komet ihm nahe ist, während die kleine Erde mit 4 Meilen Geschwindigkeit dahinfliegt. Dazu kommt noch, daß der Ringtheil dort eine Geschwindigkeit von nur 2500 Fuß, hier aber mindestens von 7 Meilen in einer Sekunde besitzt. Im Jahre 1866 war der Komet bereits am 30. Oktober mittags 12 Uhr durch die Erdbahn gegangen, während die Erde noch über eine Million Meilen von diesem Punkte entfernt war, die Störung durch sie also nicht bedeutend sein konnte; der mächtige Jupiter aber kam ihm damals nur bis auf 20 Millionen Meilen nahe.

Der Novemberstrom wird sich zwar schneller zu einem vollständigen Ringe ausbilden, als der Auguststrom, aber er geht früher einer Zerstörung entgegegen.

Die bereits erwähnte Zerstörung des Biela'schen Kometen steht wahrscheinlich im Zusammenhange mit der außerordentlichen Pracht der letzten Novembererscheinung; denn der Komet ist am 29. Dezember 1843 durch das Ende des Schwarmes gegangen und hat sich darauf getheilt gezeigt; 1859 geschah wieder ein Zusammentreffen, welches aber wegen der Sonne nicht beobachtet werden konnte, und dieses kann selbst 1866

noch erfolgt sein, obwohl er seiner völligen Auflösung schon nahe gewesen sein muß.

Es ist gestattet, aus der Anzahl der in der Nacht vom 13. zum 14. November 1866 wirklich beobachteten Meteore auf die Menge der überhaupt mit der Erde damals zusammengetroffenen einen Schluß zu machen. Wenn wir für unsere Erscheinung die Höhe der Atmosphäre nur zu 20 Meilen annehmen, obwol man Meteore in noch größerer Höhe beobachtet hat, so übersehen wir mit einem Blicke, ohne das Auge zu wenden, ein kegelförmiges Meteorsterngebiet, dessen Basis 300 Quadratmeilen umfaßt und von welchem die Spitze des Kegels im Auge liegt. In einer Minute fliegt die Erde im Raume 250 Meilen fort und der Schwarm kommt ihr bei seiner Geschwindigkeit von 7 Meilen in einer Sekunde eine Strecke von 420 Meilen entgegen, was eine absolute Geschwindigkeit von 670 Meilen für einen festen Beobachtungspunkt gibt. Da nun die Erde gegen 10 Stunden braucht, um durch den Schwarm zu gehen und die Bahnstrecke, welche Schwarm und Erde in dieser Zeit zurücklegen, gegen 430000 Meilen beträgt, wobei die Erde mit etwa 4½ Millionen Quadratmeilen Vorderfläche den Meteoren sich aussetzt; so sind ihr während der 10 Stunden mehr als 300 Millionen Meteorsterne begegnet.

Ungeachtet dieser ungeheuer großen Anzahl beträgt die mittlere Entfernung eines Meteors von den anderen bei einer gleich angenommenen Vertheilung doch noch mindestens 15 Meilen, beim Augustschwarme sogar 40 Meilen. Sie blitzen meistens einzeln auf; aber am 11. September 1869 wurde zu Berlin doch auch ein Doppelmeteor beobachtet.

Aus sehr sorgfältigen Zusammenstellungen der Menge der in einer bestimmten Nacht von Stunde zu Stunde wahrgenommenen Meteorsterne ergibt sich, daß die Anzahl derselben von den Abend- nach den Morgenstunden hin wächst. Die Erde stößt nämlich auf ihrer fortschreitenden Bahn um die Sonne mit dem vordersten Punkte, welchem die Sonne bei der täglichen Axendrehung soeben aufgeht, zuerst in den vor ihr liegenden Meteorschwarm und dem hintersten, als dem Punkte des Sonnenunterganges, ist der vorwärts liegende Haufen derselben durch die Erde größtentheils verdeckt. Der letzte Punkt rückt aber bei der Axendrehung der Erde von Westen nach Osten mehr und mehr in den vorn liegenden Schwarm, so daß die Anzahl der wirklich wahrnehmbaren Meteore in der That vom Abende nach dem Morgen hin von Stunde zu Stunde wachsen muß.

So nun ist durch zweifellose Thatsachen eine bis in die neueste Zeit räthselhaft gebliebene Erscheinung auf ihren wahren Grund zurückgeführt, indem feststeht, daß die Meteorsterne die Bestandtheile der in unserem Planetensysteme aufgelösten Kometen sind, welche, auf einer Strecke ihres Weges durch die Erdatmosphäre leuchtend werden und verbrennen, ohne deutlich erkennbare Spuren zu hinterlassen. Die Kometen selbst sind also nur ein dicht zusammengedrängter Schwarm solcher Meteoriten. Es ist nicht unmöglich, daß der Meteorstaub, welcher bisweilen auf Schiffe mitten im Ozeane gefallen ist und dessen größere Bestandtheile ganz kleine Hohlkugeln mit den deutlichen Zeichen einer vorhergegangenen Schmelzung sind, seinen Ursprung in den Meteorsternen hat; wahrscheinlicher aber ist es, daß er mit den Meteorsteinen aus einerlei Quelle fließt.

Wenn auch bisjetzt nur erst gegen 250 Kometen genauer beobachtet und berechnet worden sind, so geht doch selbst die Zahl derer, welche durch unser Planetensystem gegangen sind, in die Hunderttausende. Es ist also klar, daß ihre lockeren Bestandtheile sehr häufig sowohl durch den Einfluß der massigen Planeten und der mächtigen Sonne, als auch durch ihre Einwirkung auseinander getrennt worden sind, so daß unser System mit sehr ungleich vertheilter Kometenmasse reichlich erfüllt ist und die Erde auf ihrer Bahn zu allen Zeiten des Jahres vereinzelte Körperchen treffen muß. Man will aber bereits noch acht regelmäßig wiederkehrende schwächere Meteorfälle erkannt haben. So zeigt sich eine Zusammengehörigkeit der Meteorsterne vom 20. April mit dem Kometen Nr. I. vom Jahre 1861, derer vom 6. bis 12. Dezember mit dem Kometen von Biela und so hat auch der Donati'sche Komet 1858 Stofftheile abgelagert, die uns als Meteorsterne erscheinen.

Obwohl die meisten Kometen sich durch ihre große Fliehkraft in der Sonnennähe vor dem völligen Verschlingen durch die Sonne retten, so kann es doch nicht bezweifelt werden, daß wegen des gleichzeitig großen Widerstandes im Weltäther viele Theilchen auch in ihrer Nähe zurückbleiben, welche endlich ihre Beute werden und zur Erhaltung ihres Verbrennungsprocesses einiges beitragen, wie höchst wahrscheinlich auch diejenigen Stoffe, welche uns als Zodiakallicht so ziemlich in der erweiterten Ebene des Sonnenäquators in einer ringförmigen Scheibe ausgebreitet, besonders im Frühlinge und Herbste vor und nach Sonnen-Auf- und Untergang sichtbar sind.

Da die Sonne mit ihrem ganzen Hofstaate von Planeten, Monden und vielen Kometen im Weltraume fortwandert, so kann es nicht fehlen,

daß die unfreiwilligen und harmlosen zarten Gäste unseres Systems auf diesem Wege gegen die massigen Körper theilweise zurückbleiben, weil sie den Widerstand des Weltäthers nicht so leicht überwinden können. Wenn nun dieser Schweif von Meteorkörperchen so weit von dem Planetensysteme sich entfernt hat, daß des letzteren Anziehungskraft verschwindend klein geworden ist; so werden sie sich selbst mehr und mehr zusammenschaaren, die überdies im Weltraume noch zerstreut vorhandenen anderen zarten Stoffe an sich ziehen, auf diese Weise wieder einen planetarischen Nebel und endlich eine kosmische Wolke bilden, welche die Grundlage zu einem selbstständigen Weltkörpersystem abgeben wird, wenn sie hinreichend viele Masse besitzt und frei von äußeren Einflüssen sich entwickeln kann; wenn aber nicht, so wird sie bei ihrer Annäherung zu einem Sonnensysteme als Komet und nach der Auflösung in demselben als Meteorsternenschwarm erscheinen.

So sehen wir, wie nicht blos auf unserer winzigen Erde von den Atomen aus Zerstörung und Wiedervereinigung in einem ewigen Wechsel ein reges Leben erzeugen, sondern wie dieses Leben auch in dem unendlichen Weltraume zu finden ist; es ist ein kosmischer Stoffwechsel.

c) Die Meteorsterne und Meteorsteine.

Alljährlich erscheinen zu ganz unbestimmten Zeiten und in ganz verschiedenen Gegenden einige, durchschnittlich etwa drei bis vier, feuerroth glühende, nicht selten ziemlich große Kugeln am Himmel, welche eine Strecke dahinfliegen. Die dabei obwaltenden Umstände sind aber ziemlich verschieden.

Verschwinden diese feurigen Kugeln plötzlich, so hören wir kurze Zeit darauf einen dumpfen Knall, wie von einer entfernt abgebrannten Kanone und es fallen auf die Erde braunschwarze Steine in geringerer oder größerer Anzahl. In dem letzten Falle sind sie in einer länglichen Bahn so ausgestreut, wie ein Säemann im Laufen seinen Saamen auf das Feld fallen läßt. Bei Aigle hat man über 2000 Stücke im Gewichte von $^1/_2$ Loth bis zu $17{,}5$ Pfunden auf einer Fläche von $2{,}5$ franz. Meilen Länge und einer Meile Breite aufgefunden. Jeder einzelne Stein erweiset sich deutlich als ein Bruchstück eines Ganzen, welches erst in der Atmosphäre beim Dahinfliegen borst und seine Theile in der Richtung der Flugbahn ausstreute. Nur an den Kanten der Stücke zeigen sich die Spuren einer vorübergehenden Schmelzung beim Glühen in der Atmosphäre. Eine unmittelbar vor diesem Steinfalle prachtvoll

dahinziehende Feuerkugel umhüllte sich plötzlich mit einer Rauchwolke, aus welcher ein lange anhaltendes und gewaltiges Krachen und Donnern erschallte. — So war es auch mit dem am 29. Februar 1868 bei Villanova herabgefallenen Meteore.

Der Meteorit, welcher am 30. Januar 1860 um 7 Uhr abends bei Pultusk im Königreiche Polen in vielleicht 100000 Bruchstücken von 1 Gramm Gewicht niederfiel und auf einem Raume von mehren Quadratmeilen ausgestreut wurde, erregte eine so heftige Erschütterung, daß in dem $9^1/_2$ Meilen entfernten Warschau manche Fensterscheiben sprangen.

Dieses ist ein Steinmeteorit, denn er enthält in 100 Theilen $86{,}_{09}$ Silikate, $3{,}_{85}$ Magnetkies und $10{,}_{06}$ Nickeleisen, welches in kugligen Körnern eingeschlossen ist.

Alle Bruchstücke sind von einer schwarzen Schmelzrinde umgeben, also muß die Zersprengung schon an der äußeren Gränze der Atmosphäre geschehen sein, wo die Bewegung noch so groß war, daß sie bei ihrer Verminderung doch noch in so große Wärme sich umsetzen konnte, um die Schmelzrinde zu bilden. In tieferen Schichten der Atmossphäre ist die Geschwindigkeit durch die immer dichter werdende Luft schon so sehr vermindert, daß hier entstehende Bruchstücke eine Schmelzrinde nicht mehr bekommen haben würden. Wegen dieser so verminderten Geschwindigkeit schlagen die Meteorsteine sogar in mehr lockeren Boden nicht tief ein. Uebrigens sind die Winkel, unter denen Meteorsteine auf die Erde fallen, sehr verschieden und bisweilen so klein, daß sie eine lange Furche in den Erdboden reißen, wie u. a. der am 9. Juni 1867 in der Provinz Algier bei Guidjell gefundene eine Furche von ein Kilometer Länge gemacht hatte. — Im Altai hat man allerdings in einer Tiefe von 31 Fuß unter der Erdoberfläche einen Meteorstein gefunden; aber dieses scheint nur darauf hinzuweisen, daß schon in der Diluvialperiode Meteorsteine auf die Erde gefallen sind.

Die Höhe, in welcher die Meteore zerspringen, ist sehr verschieden. Man hat Beispiele, daß der beim Zerspringen eines Meteores entstehende Knall aus Höhen von 30 Meilen noch wahrgenommen wurde.

Die meisten Meteorsteine sind metallischer Natur. Ihre Stoffe sind: Eisen (bis zu 96 Prozent), Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsen, Zink, Kali, Natron, Aluminium, Magnesium, Kalzium, Titan, Phosphor, Schwefel, im Innern noch krystallinisch eingestreut Olivien und Chrysolith und außerdem noch Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, also lauter Stoffe, wie sie auch bei unserer Erde vorkommen und der Mehrzahl nach jetzt

noch in der Sonnenatmosphäre durch die Spektralanalyse aufgefunden worden sind. Graham hat in einem von ihm untersuchten Meteorsteine auch Wasserstoff entdeckt. Wichtig ist die Wahrnehmung, daß die eingestreuten Krystalle ganz nach denselben Krystallisationsgesetzen gebildet sind, wie wir sie bei den Krystallen auf unserer Erde erkennen. Die Einheit der Kräfte in der Natur erstreckt sich also selbst bis auf die Stoffatome.

Weil die Krystalle sich nur aus und in einer Flüssigkeit bilden konnten, so mußten die verschiedenen Bestandtheile schon vor der Schmelzung des Eisens, welches doch meist den Hauptbestandtheil bildet, untereinander gemengt gewesen sein und sich erst nach der Mischung der geschmolzenen Stoffe und beim Erkalten derselben krystallinisch geformt haben. Die Meteorsteine werden aber erst in der Atmosphäre wieder blos glühend und schmelzen darin augenscheinlich höchstens nur an ihren Kanten und äußeren Flächen. Daraus ergibt sich also mit zweifelloser Gewißheit, daß die Meteorsteinmassen, welche jetzt kalt bei unserer Atmosphäre anlangen und in ihr erst nur glühend werden, in früheren Zeiten in einem glühend flüssigen Zustande gewesen sein müssen.

Außer den festen Metall- und Steinmeteoren gibt es aber auch noch lockere. Das am 14. Mai 1864 bei Orgueil niedergefallene Meteor war so locker, daß es im Wasser zu Schlamm sich auflöste und organische Bestandtheile erkennen ließ. — Eines von den 5 Stücken des am 29. Februar 1868 bei Villanova herabgefallenen Meteors zerstob in der Nähe einer Frau in tausend Stückchen. Die anderen, von denen das eine 1920 Kilogramme wiegt, hatten ein großes spezifisches Gewicht, drangen aber doch nur etwa 50 Zentimeter tief in den Erdboden. — Berzelius untersuchte 1835 ein Meteor, welches aus einer braunen humusartigen Masse bestand und ein 1857 am 27. April herabgefallenes von Wöhler analysirtes ungarisches enthielt Kohlenwasserstoff. Ebenso enthielten die Meteormassen vom 15. März 1806, 13. October 1838 und besonders die vom 14. Mai 1864 und 25. August 1865 kohlenstoffhaltige Bestandtheile.

Nach diesen vorläufigen Angaben wird es angemessen sein, der Beantwortung einer Frage näher zu treten, welche in der neuesten Zeit über den Zusammenhang der Meteorsterne und Meteorsteine aufgeworfen worden und nach meinem Dafürhalten (z. B. von Mädler) falsch beantwortet worden ist.

Soviel steht allerdings fest, daß sowohl die Meteorsterne, als auch die Steinmeteore erst dann uns sichtbar werden, wenn sie bei ihrer

schnellen Bewegung durch Reibung in der Erdatmosphäre glühend geworden sind, denn vorher haben wir, selbst wenn sie in Schatten der Erde sich befinden, keine Ahnung von ihrem Vorhandensein. Hiermit aber ist alle Uebereinstimmung als abgeschlossen anzusehen.

Zunächst sind die Bestrebungen, das Gewicht der die Meteorsterne bildenden Körper zu bestimmen, nicht ohne Einfluß auf die Entscheidung der Frage. Gravitationserscheinungen allein lassen hierbei ein günstiges Resultat nicht erwarten, denn selbst ein Meteorring mit Billionen von Körperchen, oder der Komet selbst, aus welchem er entstanden ist, hat nicht einmal die Fähigkeit, die kleinen Jupitermonde irgendwie aus ihren Bahnen zu bringen. Man nahm also, um zu einem einigermaßen sicheren Ergebnisse zu gelangen, zu einem anderen recht geistvollen Mittel seine Zuflucht.

Aus der Lichtstärke und Farbe eines glühenden Körpers kann man auf seinen Wärmegrad und, wüßte man noch seine Masse, auf die Schwingungskraft seiner Theilchen schließen. Ist nun die Höhe bekannt, in welcher ein Meteor erscheint, also auch die Dichtigkeit (das spezifische Gewicht) der Luft in der betreffenden Gegend, so kann man mit Rücksicht auf die Geschwindigkeit des Meteores die Kraft des Widerstandes beurtheilen und einen Schluß auf seine Masse oder sein Gewicht machen. Dieses hat man in der That sehr geringe gefunden und zwar im Novemberstrome ungeachtet des stärkeren Lichtes geringer, als im Auguststrome, weil jener schneller geht, als dieser, nämlich durchschnittlich etwa nur $^1/_8$ Gramm für jedes einzelne Körperchen, so daß deren 40 auf ein Loth gehen.

Es ist mir schon nach diesem Ergebnisse höchst wahrscheinlich, daß die Meteorsterne in der Atmosphäre vollständig verbrennen und verdunsten, ohne uns mit Steinen oder anderen Körpern zu bewerfen. Daß von den Meteorsternen irgend ein Körper zur Erde gekommen wäre, ist ungeachtet ihrer ungeheuren Anzahl noch niemals thatsächlich festgestellt worden; denn der sogen. Mostoch ist eine schleimige, von einer zarten Haut umhüllte Alge, welche durch Sporenkügelchen sich fortpflanzt und Zellenbänder und Zellenketten enthält, also entschieden irdischen Ursprungs ist und auch keine Zeichen einer Verbrennung enthält.

Hiermit steht in grellem Widerspruche das oft sehr bedeutende Gewicht der Meteorsteine und ihrer Bruchstücke. Im britischen Museum ist ein Meteorstein aus Australien von mehr als 8000 Pfunden, in den Straßen von Zacatecas fand sich eine Masse von sogar 200 Zentnern; in Brasilien liegt ein Block von 17300 Pfunden; ja es gibt Massen bis zu 100000 Pfunden. Obwohl im La Plata-Gebiete eine große

Anzahl von Meteorsteinen auf Hunderten von Quadratmeilen zerstreut liegen, so ist ihre Anzahl doch verschwindend klein gegen die, welche sich vorfinden müßte, wenn die Millionen von Meteorsternen, welche selbst blos in einer Nacht erscheinen, die Meteorsteine enthielten. Die Erde müßte von einem förmlichen Steinregen heimgesucht werden, wovon keine Spur ist, wenn auch wirklich während der Meteorsternen-Perioden zufällig einzelne Steine herabgekommen. Man kann sich nicht damit helfen, daß man die meisten Meteore blos nahe an der Erde vorbeistreifen läßt, ohne daß sie herabkommen; denn dieses widerspricht der Gravitation, besonders wenn der Schwarm seine Richtung grade nach der Erde hin nimmt. Auch das ist ein leerer Einwand, wenn man sagt, die meisten Meteore fielen unbeachtet ins Meer oder schlügen so tief in den Erdboden, daß sie nicht aufgefunden werden könnten. Zudem müßten wir, wenn beim Verschwinden des Lichtes eines solchen Sternes ein Zersprengen des Meteors stattfände, ein wahres Peloton-feuer hören, zumal viele derselben der Erdoberfläche sehr nahe kommen. Ich selbst habe statt dessen wiederholt auch am Tage auf Jagden in der Stille der freien Natur ein sanftes, eine Strecke in der Luft dahinfahrendes Zischen, wie das von einer entfernt abgebrannten Rakete, sehr deutlich gehört, ohne daß ich bei der Tageshelle etwas gesehen habe, und ich konnte auf nichts anderes, als auf einen Meteorstern schließen. Wenn man anderweitig dergleichen Beobachtungen nicht angeführt findet, so liegt dies wol daran, daß die viel im Freien lebenden Menschen meist leider zu wenig Sinn für die Natur oder zu wenig Gelegenheit haben, ihre Beobachtungen bekannt zu machen.

Die früher erwähnten scheinbar aufwärts steigenden und auch die in Ringe sich auflösenden Meteorsterne widersprechen entschieden der Steintheorie. Bei diesen Meteoren wurde die Ringform durch einseitiges Ausströmen erzeugt, bei planetarischen Nebeln und an Nebelsternen aber durch ihre Axendrehung.*)

Auch die Farbe des Lichtes beider Meteore zeigt einen wesentlichen Unterschied: während das der Meteorsterne fast durchgängig weiß ist, erscheint das der Meteorsteine feuerroth, zum Zeichen, daß bei

*) Etwas ganz anderes ist es, wenn ein geschickter Tabakraucher einen Rauchring aus dem Munde bläst, der sich einige Zeit in der Luft erhält. Hierbei gestattet man zuerst den Rauchtheilchen, sich zufolge der Anziehung an die inneren Wände der erweiterten Mundhöhle anzulegen, bläst sie dann von ihr ganz langsam und gleichmäßig ab und heraus, wo sie schließlich auch außerhalb untereinander noch die Anziehung äußern.

ihnen ein Verbrennungsproceß vorzüglich von Eisen stattfindet. Da nun die Meteorsterne imallgemeinen in gleichmäßiger Weise auftreten, so ist kein Grund vorhanden, den einen nach den vorliegenden Thatsachen sehr zarte, den anderen nach unbegründeten Vermuthungen sehr massige Stoffe beizulegen.

Enthielten die Meteorsterne wirklich die auf die Erde fallenden Meteorsteine, so müßte man ferner in den beiden Hauptperioden ihres Erscheinens bei der Beobachtung der Sonne eine große Anzahl schwarzer Punkte vor ihr erkennen, da die Steine oft nicht klein und als Sternschnuppen oder kurz vor ihrem Aufleuchten, was wir freilich bei Sonnenschein meist nicht sehen, nicht weit von uns entfernt sind. Solche schwarze Punkte aber hat man vor der Sonnenscheibe außer beim Vorübergange eines Planeten (Merkur, Venus) nur sehr selten und zwar nicht grade in den Perioden der Meteorsterne beobachtet und diese konnten dann wohl von Meteorsteinen herrühren. Ich zweifle, daß die in größerer Entfernung von der Erde befindlichen Meteorsteine überhaupt noch fähig sind, sich als schwarze Punkte auf der Sonnenscheibe bemerkbar zu machen.

Zerspringt ein Steinmeteor, so ist es von dem Augenblicke an, in welchem dieses geschieht, nicht mehr sichtbar, weil dies Meteor im Innern nicht so stark glühte, als auf seiner Außenfläche, so daß die Bruchstücke allzuwenig leuchten oder auch allzu klein sind, als daß wir sie noch wahrnehmen könnten; zerspringt aber das Meteor nicht, so gelangt es oft noch so heiß auf die Erdoberfläche, daß es brennbare Gegenstände entzünden kann, und bleibt auf seiner Bahn sichtbar. Die Meteorsterne verschwinden stets nach einem gewissen Laufe, ohne daß jene Folgen eintreten, weil ihre Stoffe in der Atmosphäre völlig verbrannt sind. Es ist doch unmöglich anzunehmen, daß die Gluth eines massiven Körpers, nämlich des angeblichen Meteorsteines in dem Meteorsterne, so plötzlich aufhören soll, als das Leuchten des Meteorsternes.

Wenn man nach dem Gesagten den Gedanken, daß die Meteorsterne das Material zu den Meteorsteinen enthalten, durchaus aufgeben muß, so ist schließlich doch noch zu erwähnen, daß es im Weltraume auch Körper gibt, welche eine Art Mittelstufe zwischen beiden einnehmen. Man entdeckt während der Meteorsternen-Periode einzelne Meteore, welche einen oft eine längere Zeit stehen bleibenden Schweif aus glühenden Stoffen zeigen, welche nicht blos gasiger Natur sein können, wenn sie auch so leicht sind, daß sie selbst in der Luft nicht fallen. In gleicher Weise lösen sich bisweilen ganz große Meteore in solche Schweife auf.

Ich habe selbst in einer Dezembernacht 1839 einmal eine Feuerkugel von etwa 6 Zoll scheinbarem Durchmesser beobachtet, welche auf dem letzten Theile ihrer Flugbahn in einen feuerroth glühenden Schweif von mindestens 6 Graden Länge sich auflöste, der noch gegen drei Minuten am Himmel unbeweglich, also theilnehmend an der Axendrehung der Erde, stehen blieb, nachdem die Kugel selbst ohne einen hörbaren Knall verschwunden war. Wir werden diesen, so wie den Stein- und Metall-Meteoren jetzt ihre Bedeutung in unserem Planetensysteme anzuweisen suchen.

d) Die Meteorsteine und Planetoiden.

Es muß nicht nur jedem Naturfreunde, sondern auch jedem denkenden Menschen überhaupt im höchsten Grade auffallen, daß noch fortwährend kleine Planeten im Weltraume gefunden werden, welche alle ihre Bahnen um die Sonne zwischen den Bahnen des Mars und Jupiter vollenden und auch eine nur wenig von einander abweichende mittlere Entfernung von ihr haben. Die engste Bahn um die Sonne legt Flora bei einer mittleren Entfernung von 44 Millionen Meilen in 1193 Tagen zurück, die weiteste Sylvia in einer Entfernung von 69 Millionen Meilen in 2368 Tagen. Wären sie nicht ungemein klein und als Planeten so lichtschwach, so würde man schon mehr als die gegenwärtig bekannten 108 entdeckt haben. Es ist kein Grund vorhanden, ihre Anzahl hiermit als abgeschlossen anzusehen.

Schon als zu Anfang dieses Jahrhunderts erst drei von den Planetoiden (Ceres, Vesta, Juno) entdeckt waren und die Thatsache sich herausstellte, daß sie bei ihrem Laufe um die Sonne zu verschiedenen Zeiten so ziemlich an denselben bestimmten Ort des Weltraumes kamen, richtete Olbers, eingedenk des Gesetzes, daß ein Weltkörper, wenn er an einer gewissen Stelle des Raumes gestört worden ist, immer wieder auf diese Stelle zurückkehrt, jahrelang seine Aufmerksamkeit auf den gemeinschaftlichen Knotenpunkt der Bahnen jener kleinen Körper und er wurde in der That durch die Entdeckung eines vierten (der Pallas) belohnt. Wenn nun schon durch diesen Umstand die Vermuthung nahe gelegt ist, daß jener Knotenpunkt die Stelle ist, in welcher die furchtbare Katastrophe der Zerstörung eines großen Planeten stattgefunden hat, so wird sie durch die spätere Entdeckung so vieler anderer Bruchstücke gestützt, ungeachtet die wenigsten, namentlich die kleinsten bei

ihrem Laufe um die Sonne jetzt noch einmal in die verhängnißvolle Gegend, in welcher die Zertrümmerung stattfand, gelangen.

Während die Umlaufsbahnen der acht großen Planeten eine nur geringe Neigung gegen den Sonnenäquator besitzen, sind die Planetoiden nach allen Richtungen geschleudert worden, so daß ihre Bahnen eine sehr verschiedene Neigung haben. Sie beträgt z. B. bei Themis 0° 48′ 52,9″, Juno 3° 43′, Hygiea 3° 47′, Ceres 4° 28′, Pallas 34° 42′ 32,9″, Vesta 37° 8′.

Die Katastrophe der Zersprengung eines gewaltigen Weltkörpers hat etwas so überaus Großartiges, daß die kühnste Phantasie sich kaum eine annähernde Vorstellung zu schaffen vermag. Es wird aber immerhin gestattet sein, sich auf unserer Erde nach Analogien umzusehen, um in den vorhandenen Naturkräften vorerst die Möglichkeit eines solchen bewundernswürdigen Ereignisses zu erkennen.

Erscheint es nicht wunderbar, daß ein äußerlich schnell abgekühlter Glastropfen, eine sogenannte Glasthräne, bei der geringsten Verletzung, z. B. beim Abbrechen nur der Spitze des daran befindlichen Glasfadens, sofort in Staub zerfällt? Es ist hier durch das plötzliche Abkühlen der Außenfläche eine unnatürliche Spannung zwischen den inneren und äußeren Glastheilchen eingetreten. Ebenso wird glasharter Stahl beim schnellen Abkühlen sehr spröde.

Erscheint es ferner nicht auch wunderbar, daß das aus abgesperrtem Wasser in einer Bombe von 2¾ Zoll Eisenstärke sich bildende Eis die Bombe mit ungeheurer Kraft zersprengt und die Stücke weit fortschleudert? Bei einem Versuche flog der in die Oeffnung der Bombe eingetriebene 2½ Pfund schwere Eisenpfropfen 415 Fuß weit und ein festes Stück der Bombe von 150 Pfunden zwar nur 12 Fuß weit, aber letzteres läßt auf eine größere Kraft zurückschließen, als ersterer, denn 150×12 ist größer als $5/2 \times 415$. Obwohl hierbei die einzelnen Kräfte, mit denen die Wassermolekel sich zu Eiskrystallen unter ganz bestimmten Winkeln ordnen, sehr klein sind; so ist doch die Summe wegen ihrer großen Anzahl eine sehr große. Auch beim Festwerden anderer Stoffe entwickelt sich eine sehr große Kraft, zumal wenn eine Krystallbildung stattfindet.

Wenn die obigen Thatsachen nicht wunderbar erscheinen und wenn jetzt noch selbst in unserer Atmosphäre gewaltige Meteormassen zufolge der Ausdehnung nur ganz unbedeutender eingeschlossener Gasmengen zerspringen, warum soll denn nicht ein ganz hohler Tropfen des Weltraumes in Trümmern zerfallen können? Es sind ja die Stoffe in

dem ganzen Weltraume dieselben; es sind die Kräfte, denen die Stoffe folgen müssen, in der ganzen Natur dieselben; es sind endlich die Gesetze, nach welchen die Kräfte den Stoff beherrschen, durchaus dieselben. Dürfen also unsere äußerst beschränkten irdischen Erfahrungen uns eine Veranlassung sein, den Eintritt des oben angedeuteten weltengeschichtlichen Ereignisses zu bezweifeln? Gewiß nicht!

Wenn wir schon einerseits den sämmtlichen Planetoiden wegen der Lage ihrer Bahnen, andererseits den Meteorsteinen wegen der Uebereinstimmung in dem Aussehen und den Bestandtheilen einerlei Ursprung anzuweisen veranlaßt sind; so gehe ich noch einen Schritt weiter und stelle die Behauptung auf:

alle bis jetzt entdeckten 98 und noch in derselben Gegend des Weltraumes aufzufindenden Planetoiden sind so wie die Meteorsteine die Bruchstücke eines zwischen Mars und Jupiter befindlich gewesenen großen Planeten, welchen wir früher mit X bezeichnet haben.

Wenn wir den Meteorsteinen diesen Ursprung geben, so können wir durch sie einen Rückschluß auf den zersprengten Planeten machen: seine äußere Rinde war in einem bereits verhärteten Zustande und bestand aus guten Wärmeleitern, wozu vorzüglich das Eisen gehört.

Die größten Bruchstücke umhüllten sich sofort mit einem Theile der inneren damals noch glühenden Flüssigkeit und bildeten die jetzt noch sichtbaren kleinen Planetenkugeln; sie behielten die Bahn des Planeten X um die Sonne so ziemlich bei, wenn auch mit verschiedenen Neigungen, weil sie nach verschiedenen Richtungen, wenn auch nicht weit, fortflogen. Je kleiner aber die Theile waren, desto weiter in den Raum mußten sie durch die sprengende Kraft geschleudert werden, besonders wenn sie der festen Rinde angehörten, welche einen größeren Widerstand leistete (wie bei der Bombe). Diese haben eine ziemlich grade Bahn nach dem Beharrungsgesetze so lange beibehalten, bis sie einem größeren Weltkörper sich nähern, der sie zwingt, in spiralförmig sich verengenden Bahnen um ihn sich zu bewegen, wobei sie endlich in die Atmosphäre desselben gelangen, dort durch die Reibung glühend werden, meistens zerspringen und endlich einen Meteorsteinfall geben.

Die Thatsache, daß nicht wenige von den Meteorsteinen in ihren Bestandtheilen auf organische Thätigkeiten hinweisen, ist eine durchaus nicht zu unterschätzende Stütze für meine Ansicht, daß sie nur die Trümmer eines großgewesenen Ganzen sind, auf welchem ein plane-

tarisches Leben vorhanden war. Wenn es irgendeinmal gelänge, von den aus ganz losen Bestandtheilen zusammengesetzten Meteoren solche, welche in der Atmosphäre nicht sehr glühend geworden sind, in Beziehung auf mikroskopische Lebensformen zu untersuchen; so würden wir aus der phantasiereichen Ahnung zu der herrlichen Ueberzeugung gelangen, daß sich in dem ganzen Weltraume an dieselben Stoffe auch dieselben Lebensformen knüpfen.

Da wir oben (S. 127) gefunden haben, daß nicht wenige von den Meteormassen kohlenstoffhaltige Bestandtheile besitzen, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, daß auf dem zertrümmerten Planeten in einem gewissen Grade bereits organisches Leben vorhanden gewesen sei, welches mit ihm auf immer vernichtet ist. Wie entsetzlich auch der Gedanke an den Eintritt einer solchen Katastrophe ist, so können wir uns desselben doch nicht entschlagen.

Auf die Frage, wann und unter welchen Umständen die Zersprengung des Planeten X eintrat, gibt uns die für die Entstehung unseres Planetensystems oben angenommene Abschleuderungstheorie eine durchaus genügende Antwort, so daß dieses Ereigniß eine äußerst schätzbare Stütze für die Theorie ist; sie heißt: als Mars von dem Zentralkörper abgeschleudert wurde.

In dem Augenblicke, in welchem dieses geschah, mußten wegen der dadurch verminderten Masse und Anziehungskraft des Zentralkörpers alle bereits vorhandenen Planeten zufolge ihrer mehr frei gewordenen Fliehkraft eine Strecke hinaus in den Weltraum fort von der Wärmequelle fliegen. Da die erwärmende Kraft vom Zentralkörper aus abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen, so mußte eine plötzlich sehr bedeutende Abnahme der Wärme namentlich, an der so gut leitenden Oberfläche des weitergeflogenen Planeten X stattfinden. Eisen verliert schon in der Luft seine Wärme ziemlich schnell, um wie viel schneller also in dem freien absolut kalten Weltraume. Die Abkühlung an der Oberfläche des Planeten war eine fast urplötzliche, wie wenn heißer Stahl in kaltes Quecksilber gehalten wird. Dadurch tritt, wie bei der Glasthräne, eine unnatürliche Spannung zwischen den äußeren die Rinde bildenden und den inneren noch heißen Massentheilen ein. Nicht blos die innere Gluth und die Spannkraft der im Höhlraume abgesperrten Gase, sondern auch die Krystallbildung bewirkte dann die Zersprengung der verengenden festen Kruste.

Der Umstand, daß man im Altai in einer Tiefe von 31 Fuß unter der Erdoberfläche einen Meteorstein gefunden hat, scheint darauf

hinzuweisen, daß die Zersprengung des zwischen Mars und Jupiter befindlich gewesenen Planeten X früher stattgefunden hat, als auf der Erde die berühmten und räthselhaften Kälteperioden eintraten, d. h., wie wir später genauer entwickeln werden, früher als Venus und Merkur sich vom Zentralkörper ablösten. Dieses stimmt auch vortrefflich mit der oben angegebenen und in der Abschleuderungstheorie liegenden Aufeinanderfolge für die Entstehung der Planeten.

6. Höhere Weltkörpersysteme.

Unsere Sonne mit ihrem ganzen Schwarme von Anhängern, in welchem stete Bewegung und reges Leben herrscht, bildet nicht blos das einzige System von enger miteinander verbundenen Weltkörpern; es gibt vielmehr nicht blos sehr viele andere ebensolche, sondern auch noch höhere Systeme.

Jeder von den Fixsternen ist auch eine solche Sonne wie die unsrige und höchstwahrscheinlich auch mit einer Schaar von dunklen Begleitern versehen. Alle uns schon mit bloßem Auge sichtbaren Fixsterne, deren die Milchstraße 18 bis 20 Millionen zählt, bilden bei scheinbar ziemlich unregelmäßiger Vertheilung zwei flache, einander theilweise (bis auf $^2/_5$) optisch deckende Ringe, deren Pole in den Sternbildern der Jungfrau und des Wallfisches liegen. Wir selbst befinden uns nicht ganz in der Ebene und Mitte des Haufens, obwol wir die größte Menge von Sternen in einem ringsum laufenden Gürtel sehen und obwol nach den beiden Richtungen der lothrecht darauf stehenden Linie, gewissermaßen einer Axe des Haufens, die wenigsten erscheinen.

Die Abmessung desselben schätzen wir nach der Entfernung des uns nächsten Sternes, als welcher jetzt χ im Zentauren mit einem Abstande von 4 Billionen Meilen angesehen wird. Die Entfernung des Sirius im Sternbilde des großen Hundes beträgt wenigstens 10 Billionen Meilen; von einem kleineren Sterne im Sternbilde des Schwanes ist die Entfernung auf 14 Billionen Meilen ermittelt u. s. w. Die mittlere Entfernung eines Sternes von dem anderen in diesem Haufen kann man auf 10 Billionen Meilen annehmen.

Darnach beträgt der kleinste Durchmesser des Haufens 200 Siriusweiten, der größte 1000. Das bloße Auge reicht nur auf 12 Siriusweiten; der ältere Herschel sah aber mit seinem 40füßigen Riesen-

Teleskope schon bis auf 700 Weiten, also auf 7000 Billionen Meilen in den Weltraum hinein.

Auch in dieser zusammengehörigen Schaar von Weltkörpern, welche ein System von Sonnen, also ein eigentliches Sonnensystem bilden, während wir früher Planeten- und Mondsysteme kennen gelernt haben, ist ewige Bewegung und reges Leben. Dieses läßt sich wegen ihrer ungeheuren Entfernung von uns, die auch den Schein veranlaßt, als ob sie alle gleichweit entfernt und wie an einer Hohlkugel angeheftet wären, zwar schwer erkennen, ist aber, wie wir bereits wissen, mit Sicherheit ermittelt, namentlich an manchen Doppelsternen, so wie auch an unserer Sonne selbst, welche mit ihrem ganzen Hofstaate von 116 Planeten, 22 Monden und einer großen Anzahl von Kometen in etwa 22 Millionen Jahren um die Sterngruppe der Plejaden (namentlich um Alcione) und gegenwärtig in der Richtung nach dem Sternbilde des Herkules sich bewegt, indem bekanntlich dort die Sterne mehr auseinander und in der gerade entgegengesetzten Richtung zueinander treten.

Bei noch tieferen Blicken in den Weltraum hab'en wir sogenannte Nebelflecke aufgefunden, welche durch ihre verschiedenen Gestalten einen verschiedenen Grad ihrer Entwickelung verrathen. Diejenigen, welche ammeisten abgerundet oder auch linsenförmig sich zeigen, haben bereits ambesten den Gesetzen der Gravitation genüge geleistet, und letztere zeigen sogar, daß sie als Ganzes eine Axenbewegung haben. Wenn Nebelflecke kreisförmig oder pfriemenförmig (länglich rund in zwei abgerundete Spitzen auslaufend) erscheinen, so können sie in der That auch schon elliptisch gestaltet sein und uns nur wegen des verschiedenen Standpunktes gegen sie in den verschiedenen Formen sich darstellen. Bei solchen, welche eine unregelmäßige Gestalt zu haben scheinen, mag die perspectivische Verbindung mehrer Flecke, welche in der Nähe derselben Gesichtslinie hintereinander liegen, die Veranlassung sein, denn wir finden, daß auch die Anhäufungen von einzeln stehenden losen, dunst- oder gasartigen Stoffen, die planetarischen Nebel, sich abgerundet zeigen.

Wenn solche Nebelflecke bei einer hinreichend starken Vergrößerung der angewendeten Fernrohre sich um so eher in Sterne auflösen, je besser das Rohr ist; so hat man die Gewißheit erlangt, daß ein solcher Lichtschein nichts anderes ist, als ein Haufen von zusammengehörigen Fixsternen oder ein Sonnensystem, wie es das unserer Milchstraße und der anderen dazu gehörigen Fixsterne ist. Könnten wir letzteres

aus einer hinreichend großen Entfernung betrachten, so würde es uns auch als ein auflösbarer Nebelfleck erscheinen, wie etwa der große Andromedanebel und der im Herkules, welche im Spectralapparate keine hellen, sondern nur dunkle Linien zeigen. Außerdem gibt es freilich noch zwei Stufen von Nebelflecken, nämlich die auf der niedrigsten stehenden ohne einen Kern und nur aus Gasen (Stickstoff, Wasserstoff) bestehend, mit nur hellen Spectrallinien, und die auf der Mittelstufe befindlichen, bei welchen in einem Lichtnebel eine Menge Lichtpunkte vorkommen.

Aber auch die Nebelflecke stehen nicht vereinzelt da, sondern bilden ganze Gruppen oder Systeme von Nebelflecken. Jede der beiden Magellani'schen Wolken, welche in der südlichen Halbkugel sichtbar sind, besteht aus mehren Hunderten von Nebelflecken mit verschiedener Form und Größe und zwischen ihnen sind noch Sternenhaufen in großer Fülle. Namentlich sind an den Polen der Milchstraße eine große Anzahl sichtbar: so um das Haupthaar der Berenice und auf dem nördlichen Flügel der Jungfrau, und fast ebensoviele am entgegengesetzten Punkte.

Schon der ältere Herschel hat über 3000 Nebelflecke auf verschiedenen Entwickelungsstufen und Gestaltungsformen entdeckt, welche an verschiedenen gleichzeitig und an denselben nacheinander zu verschiedenen Zeiten auftraten, also Bewegung und Leben verriethen. Es ist durchaus keine phantastische Annahme, wenn wir, obwol wir mit unseren beschränkten Sinnen stehen bleiben vor den Pforten der Unendlichkeit, das Vorhandensein noch höherer Weltkörpersysteme: höherer Nebelfleckensysteme verschiedener Ordnungen annehmen. Wo ist da ein Ende? Wir antworten zwar mit nirgends; es fehlt uns aber dafür jede sinnliche Auffassungsweise. Das aber steht fest: der Begriff von Himmel als einer bestimmten Oertlichkeit im Weltraume kann von der Wissenschaft nur noch als ein Hirngespinnst gedankenloser Köpfe angesehen werden.

Noch Eines aber müssen wir anführen! Wir würden uns nämlich ungemein täuschen, wenn wir sagen wollten, daß das, was wir jetzt im Weltraume erkennen, auch wirklich die Zustände der Gegenwart sind; es sind vielmehr die einer oft sehr weit hinter uns liegenden Vergangenheit.

Ein wie schneller Bote das Licht auch ist, welches uns die Kunde aus den unendlichen Tiefen des Weltraumes überbringt, denn es legt in jeder Sekunde einen Weg von ziemlich 42000 Meilen zurück (wozu man auf der Eisenbahn bei 4 Meilen Geschwindigkeit in einer Stunde

ein Jahr und zwei Monate gebrauchen würde); so gebraucht es doch schon 8 Minuten 3,7 Sekunden, um nur von der Sonne bis zu uns zu gelangen; von dem Sirius 10 Jahre, von dem Polarsterne 31 Jahre, von dem Sterne Kapella 71³/₄ Jahre.

Wenn wir eine Menge von Fixsternen, und zwar Hunderte und Tausende nebeneinander sehen, so befinden sie sich in der That doch hintereinander. Nehmen wir nun die Entfernung des einen von dem ihm folgenden auch nur zu 10 Billionen Meilen an, so wird das Licht des hundertsten doch schon mehr als ein Jahrtausend gebrauchen, um bis zu uns zu gelangen und von den entferntesten, uns noch sichtbaren Nebelflecken wohl an 20 Millionen Jahre.

Es können und werden von den Welten, von denen wir noch jetzt das Licht sehen, viele schon lange abgestorben sein, und auch diejenigen, welche jetzt abzusterben scheinen, sind schon längst erloschen.

Die Welt besteht also aus Nebelfleckensystemen verschiedener Ordnungen, jedes Nebelfleckensystem aus einem Systeme von Sonnen, zu den Sonnen gehören Planetensysteme, zu diesen Mond- und Ringsysteme. Jeder Weltkörper ist aber auch selbst ein System von einzelnen Körpern und Stoffen, diese sind zusammengesetzt aus Molekulargruppen und letztere aus Atomen. Ueberall ist eine Gliederung und Unterordnung, sie reicht aber sowol im unendlich Großen, als auch im unendlich Kleinen weiter, als wir durch unsere Teleskope und Mikroskope sinnlich zu erkennen vermögen. Die Welt des unfaßbar Kleinen gibt die Bausteine für das unendlich Große und die mit jenem verbundenen Kräfte bringen Gesammtwirkungen hervor, welche unser ganzes Erstaunen erregen. Hiervon im vierten Theile dieser Schrift.

7. Die Theorieen von Kant und Laplace.

Obwol ich mich bestrebt habe in der obigen Darstellung über die Entstehung der Weltkörpersysteme in dem Leser überall die Ueberzeugung von der Richtigkeit durch Zurückführung auf die einfachen Naturgesetze hervorzurufen und obwol diese Schrift in ihrem ganzen Entwickelungsgange einen selbstständigen Charakter festzuhalten sucht und nur in einzelnen wichtigen Fällen mit der Widerlegung anderer Ansichten sich befaßt so würde ich mich doch eines sehr großen Vortheiles für die von mir aufgestellte Abschleuderungstheorie begeben, wenn ich nicht wenigstens in allgemeinen Zügen die über die Weltkörperbildung in ihren Schriften

niedergelegte Auffassungen zweier Choriphäen noch erwähnen wollte, indem sie der wissenschaftlichen Forschung einen unendlichen Nutzen gebracht haben: ich meine Kant und Laplace.*) Andere Hypothesen, wie die von Büffon und Lambert, sind wol schon längst durch sich selbst widerlegt.

Der deutsche Philosoph war 1756 der erste, welcher tief durchdrungen von einer naturgesetzlichen Entstehungsweise es wagte, für die Entstehung unseres Planetensystems eine mechanische Theorie aufzustellen. Er sagt in seiner kernigen Weise:

„Wenn man sich eines alten ungegründeten Vorurtheils und der faulen Weltweisheit entschlagen kann, die unter einer andächtigen Miene eine träge Unwissenheit zu verbergen trachten; so hoffe ich auf unwidersprechliche Gründe eine sichere Ueberzeugung zu gründen: daß die Welt eine mechanische Entwickelung aus den allgemeinen Naturgesetzen zum Ursprunge ihrer Verfassung erkenne."

An einer anderen Stelle spricht er sein Bedauern darüber aus, daß ein so großer Weltweiser, wie Newton, vor der Schwierigkeit stehen geblieben ist, die allen Planeten und Monden bei ihrer Bewegung um die Sonne und um ihre Axe gemeinschaftliche Richtung von Westen nach Osten, wie sie auch die Sonne bei ihrer Axendrehung hat, aus Naturgesetzen zu entwickeln und seine Zuflucht zu einem höheren Willen gewonnen hat.

Um dem Philosophen die volle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, führen wir die Hauptstellen aus seiner Theorie wörtlich an. Er sagt:

„Ich nehme an, daß alle Materie, daraus die Kugeln, die zu unserer Sonnenwelt gehören, alle Planeten und Kometen, im Anfange aller Dinge in ihren elementaren Grundstoff aufgelöst, den ganzen Raum des Weltgebäudes erfüllt haben, darin jetzo diese gebildeten Körper herumlaufen."

Die Materie ist sofort in Bestrebung sich zu bilden. Die zerstreuten Elemente dichterer Art sammeln vermittelst der Anziehung aus einer Sphäre rund um sich alle Materie von minderer spezifischer Schwere, sie selber aber zusammt der Materie, die sie mit sich vereinigt haben, sammeln sich in Punkten, da die Theilchen von noch dichterer Gattung befindlich sind, diese gleichergestalt zu noch dichteren und so fortan. Indem man also dieser sich bildenden Natur in Gedanken

*) J. Kant: Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels Bd. I.
Laplace: Exposition du Système du monde Tome II., Liv. V., Cap. VI.

durch den ganzen Raum des Chaos nachgeht, so wird man leichtlich inne, daß alle Folgen dieser Wirkung zuletzt in der Zusammensetzung verschiedener Klumpen bestehen würden, die nach Verrichtung ihrer Bildungen durch die Gleichheit der Anziehung ruhig und auf immer unbewegt sein würden.

Allein die Natur hat noch andere Kräfte in Vorrath, welche sich vornehmlich äußern, wenn die Materie in seine Theilchen aufgelöst ist, als wodurch selbige einander zurückstoßen.

Wenn die Masse des Zentralkörpers (welcher nämlich durch fortgesetzte Anziehung der Theilchen untereinander entstanden ist) so weit angewachsen ist, daß die Geschwindigkeit, womit er die Theilchen von großer Entfernung an sich zieht, durch die schwachen (!) Grade der Zurückstoßung, womit selbige einander hindern, seitwärts gebeugt (!) in Seitenbewegungen ausschlägt, die den Zentralkörper mittelst der Zenterfliehkraft in einem Kreise zu umfassen im Stande sind, so erzeugen sie große Wirbel (!) von Theilchen, deren jedes für sich krumme Linien durch die Zusammensetzung der anziehenden und der seitwärts (!) gelenkten Umwendungskraft (!) beschreibt; welche Art von Kreisen (!) alle einander durchschneiden, wozu ihnen ihre große Zerstreuung in diesem Raume Platz läßt. Indessen sind diese auf mancherlei Art untereinander streitenden Bewegungen natürlicher (!) Weise bestrebt, einander zur Gleichheit zu bringen, das ist in einen Zustand, da eine Bewegung der anderen so wenig als möglich hinderlich ist. Dieses geschieht erstlich, indem die Theilchen eines des anderen Bewegung so lange einschränken (!) bis alle nach einer Richtung fortgehen; zweitens, daß die Partikeln ihre Vertikalbewegung, vermittelst der sie sich dem Centro der Attraktion nähern, so lange einschränken, bis sie alle horizontal, d. i. in parallel laufenden Cirkeln um die Sonne als ihren Mittelpunkt bewegt, einander nicht mehr durchkreuzen und durch die Gleichheit der Schwungkraft mit der senkenden sich in freien Cirkelläufen in der Höhe, da sie schweben, immer erhalten; so daß endlich nur diejenigen Theilchen in dem Umfange des Raumes schweben bleiben, die durch ihr Fallen eine Geschwindigkeit und durch die Widerstehung der anderen eine Richtung bekommen haben, dadurch sie eine freie Cirkelbewegung fortsetzen können. In diesem Zustande, da alle Theilchen nach einer Richtung und in parallel laufenden Kreisen, nämlich in freien Cirkelbewegungen durch die erlangten Schwungkräfte um den Centralkörper laufen, ist der Streit (!) und der Zusammenlauf der Elmente gehoben und alles ist in dem Zustande der kleinsten Wechselwirkung (?).

Es ist also klar, daß von der zerstreuten Menge der Partikeln eine große Menge durch den Widerstand, dadurch sie einander auf diesen Zustand zu bringen suchen, zu solcher Genauigkeit der Bestimmungen gelangen muß; obgleich eine noch viel größere Menge dazu nicht gelangt und nur dazu dient, den Klumpen des Centralkörpers zu vermehren, in welchen sie sinken, indem sie sich nicht in der Höhe, darin sie schweben, frei erhalten können, sondern die Kreise der unteren durchkreuzen und endlich durch den Widerstand (wessen?) alle Bewegung verlieren."

„Dieser Körper in dem Mittelpunkte der Attraktion, der diesem zufolge das Hauptstück des planetarischen Gebäudes durch die Menge seiner versammelten Materie worden ist, ist die Sonne, obgleich sie gleich diejenige flammende Gluth alsdann noch nicht (!) hat, die nach völlig vollendeter Bildung auf ihrer Oberfläche hervorbricht (wodurch?)".

In Beziehung auf die Entstehung der Planeten führt Kant Folgendes aus:

„Wenn man also diesen herumschweifenden Grundstoff der Weltmaterie in solchem Zustande, darin er sich selbst durch die Anziehung und durch einen mechanischen Erfolg der allgemeinen (!) Gesetze des Widerstandes versetzt, erwägt; so sehen wir einen Raum, der zwischen zwei nicht weit voneinander abstehenden Flächen, in dessen Mitte der allgemeine Plan der Beziehung (er meint den erweiterten Sonnen-Aequator) sich befindet, begriffen ist, von dem Mittelpunkte der Sonne an in unbekannte Weiten ausgebreitet, in welchem alle begriffene Theilchen, jegliche nach Maßgebung ihrer Höhe und der Attraktion, die daselbst herrscht, abgemessene Cirkelbewegungen in freien Umläufen verrichten, und daher, indem sie bei solcher Verfassung einander so wenig als möglich mehr hindern, darin immer verbleiben würden, wenn die Anziehung der Theilchen des Grundstoffes untereinander nicht alsdann anfinge, seine Wirkung zu thun und neue Bildungen, die der Same zu Planeten, welche entstehen sollen, sind, dadurch veranlaßte. Denn indem die um die Sonne in parallelen Cirkeln bewegten Elemente, in nicht gar zu großem Unterschiede des Abstandes von der Sonne genommen, durch die Gleichheit der parallelen Bewegung beinahe in respektiver Ruhe gegen einander sind, so thut die Anziehung der daselbst befindlichen Elemente von übertreffender specifischer Attraktion, sogleich hier eine beträchtliche Wirkung, die Sammlung der nächsten Partikeln zur Bildung eines Körpers anzufangen, der nach dem Maße des Anwuchses seines Klumpens seine Anziehung weiter ausbreitet und die Elemente aus weitem Umfange zu seiner Zusammensetzung bewegt."

Ueber die Entstehung der gemeinschaftlichen Bewegungsrichtung sagt Kant:

„Die Richtung, welche bei dieser Kraft (Gravitation) immer nach dem Mittelpunkte hinzieht, macht allhier keine Bedenken; denn es ist gewiß (?), daß der feine Stoff zerstreuter Elemente in der senkrechten Bewegung sowohl durch die Mannigfaltigkeit der Attraktionspunkte, als durch das Hinderniß, das einander durchkreuzende Richtungslinien (waren ja beseitigt) leisten, hat in verschiedene (!) Seitenbewegungen ausschlagen müssen, bei denen das gewisse Naturgesetz, welches macht, daß alle einander durch gewechselte Wirkung einschränkende (!) Materie sich zuletzt auf einen solchen Zustand bringt, da eine der anderen so wenig Veränderung als möglich mehr zuzieht, sowohl die Einförmigkeit der Richtung als auch die gehörigen Grade der Geschwindigkeit hervorgebracht hat, die in jedem Abstande nach der Centralkraft abgewogen sind und durch deren Verbindung weder über noch unter sich auszuschweifen trachten; da alle Elemente also nicht allein nach einer (!) Seite, sondern auch beinahe in parallelen und freien Cirkeln um den gemeinschaftlichen Senkungspunkt in dem dünnen Himmelsraume umlaufend gemacht worden. Diese Bewegungen mußten nachher fortdauern, als sich planetarische Kugeln daraus gebildet hatten und bestehen anjetzt durch die Verbindung des einmal eingepflanzten Schwunges mit der Centralkraft in unbeschränkte künftige Zeiten. Auf diesem so begreiflichen (?) Grunde beruhen die Einförmigkeit der Richtungen in den Planetenkreisen, die genaue (?) Beziehung auf eine gemeinschaftliche Fläche (den Sonnenäquator)."

Die wesentlichsten Gedanken Kants über den Ursprung der Monde und die Axendrehung der Planeten sind in den folgenden Sätzen enthalten:

„Die Bestrebungen eines Planeten aus dem Ursprunge seiner elementarischen Materie sich zu bilden, ist zugleich (?) die Ursache jener Axendrehung und erzeugt die Monde, die um ihn laufen sollen. Was die Sonne mit ihren Planeten im Großen ist, das stellt ein Planet, der eine weit ausgedehnte Anziehungssphäre hat, im Kleinen vor, nämlich das Hauptstück eines Systems, dessen Theile durch die Attraktion des Centralkörpers in Bewegung gesetzt werden."

„In der That thut der Cirkellauf des Hauptplaneten nichts dazu, dem Stoffe, aus dem sich um ihn die Monde bilden sollen, Umwälzungen um diesen einzudrücken; alle Partikeln um den Planeten bewegen sich in gleicher Bewegung (Richtung) mit ihm um die Sonne

und sind also in respektiver Ruhe gegen denselben. Die Attraktion des Planeten thut es allein (?). Allein die Kreisbewegung, die aus ihr entstehen soll, weil sie in Ansehung aller Richtungen an und für sich gleichgiltig ist, bedarf nur einer kleinen äußerlichen Bestimmung, um nach einer Seite viel mehr, als nach der anderen auszuschlagen; und diesen kleinen Grad der Lenkung bekommt sie von der Verrückung (?) der elementarischen Partikeln, welche zugleich mit um die Sonne, aber mit mehr (!) Geschwindigkeit, laufen und in die Sphäre der Attraktion des Planeten kommen. Denn diese nöthigt die der Sonne näheren Theilchen, die mit schnellerem Schwunge umlaufen, schon von weitem die Richtung des Gleises zu verlassen und in einer ablangen Ausschweifung sich über (!) den Planeten zu erheben. Diese, weil sie einen größeren Grad der Geschwindigkeit, als der Planet selber, haben, wenn sie durch dessen Anziehung zum Sinken gebracht werden, geben ihr im gradlinigen Falle und auch dem Falle der übrigen eine Abbeugung von Abend gegen Morgen und es bedarf nur dieser geringen Lenkung, um zu verursachen, daß die Kreisbewegung, dahin der Fall, den die Attraktion erregt, ausschlägt, vielmehr diese, als eine jede Richtung nehme. Aus diesem Grunde (?) werden alle Monde in ihrer Richtung mit der Richtung des Umlaufes der Hauptplaneten übereinstimmen."

„Man nimmt mit Vergnügen wahr, wie dieselbe Anziehung des Planeten, die den Stoff zur Bildung der Monde herbeischaffte und zugleich derselben Bewegung bestimmte, sich bis auf seinen eigenen Körper erstreckt, und dieser sich selber durch eben dieselbe Handlung, durch welche er sich bildet, eine Drehung um die Axe, nach der allgemeinen Richtung von Abend gegen Morgen ertheilt. Die Partikeln des niedersinkenden Grundstoffes, welche, wie gesagt, eine allgemeine drehende Bewegung von Abend gegen Morgen hin bekommen, fallen größtentheils auf die Fläche des Planeten und vermischen sich mit seinem Klumpen, weil sie die angemessenen Grade nicht haben, sich frei schwebend in Cirkelbewegung zu erhalten. Indem sie nun in den Zusammensatz des Planeten kommen, so müssen sie, als Theile desselben eben dieselbe Umwendung, nach derselben Richtung fortsetzen, die sie hatten, ehe sie mit ihm vereinigt worden."

Wesentlich andere Gedanken kommen in den weiteren Ausführungen Kants nicht vor. Aber schon aus den angegebenen Stellen ergibt sich hinreichend, daß ihm wohl das große Verdienst gebührt, als der erste nach einer mechanischen Theorie des Weltgebäudes und zunächst unseres Planetensystems gesucht zu haben, zugleich aber auch, daß er

das Richtige noch nicht gefunden hat. Die Bildung eines Zentralkörpers, nämlich der Sonne, durch Gravitation loser Stoffe im Weltraume zueinander ist wol vollständig naturgemäß, unrichtig aber die Begründung seiner Axendrehung durch die Annahme der zweiten Kraft, der Zurückstoßungskraft, welche ganz fein zertheilten Stoffen eigenthümlich sein soll und deren Vorhandensein Kant ohne allen Grund als selbstverständlich annimmt. Wie durch zwei diametral einander entgegenwirkende Kräfte zunächst Wirbel und aus diesen Kreisbewegungen aller Stoffe in derselben Richtung entstehen können, ist völlig unfaßbar. An der Unmöglichkeit, diese Schwierigkeit in naturgemäßer Weise zu lösen, muß auch die Erklärung der übereinstimmenden Bewegungen aller Planeten und Monde von Westen nach Osten scheitern.

Wenn sich aus allen oder fast allen in einem gewissen Raumgebiete rings um die Sonne kreisenden Stofftheilchen ein gewisser Planet durch Gravitation nach einem bestimmten Konzentrationspunkte hätte zusammensetzen sollen, so würden die vor diesem Punkte befindlichen Theile haben zurückkehren, die hinter ihm liegenden ihre Geschwinschwindigkeit haben beschleunigen müssen; die auf der inneren Seite der Bahn dieses Punktes vorhandenen mußten von der Sonne weg, die auf der äußeren Seite zur Sonne hin sich bewegen, um den Planeten zu bilden. Wie aus einem solchen Widerstreite von Bewegungen die Doppelbewegung jedes einzelnen Planeten, die einseitige Lage der Monde zu ihnen, die schiefe Lage der Bahnen gegen den Sonnenäquator und der Drehungsaxen gegen die Umlaufsbahnen naturgemäß erklärt werden soll, läßt sich durchaus nicht ermitteln.

Nach Kants Auffassung ist übrigens auch nicht einzusehen, warum sich nicht innerhalb der für ein gewisses Planetensystem weit im Weltraume chaotisch verbreiteten Urstoffe nach Bildung verschiedener Konzentrationspunkte mit gleicher Berechtigung hätten statt einer Sonne mehre Sonnen bilden können.

Eine andere, 40 Jahre später aufgestellte und von den Astronomen entweder stillschweigend oder in den Schriften ausdrücklich und bis auf den heutigen Tag angenommene Theorie der Entstehung von Weltkörpersystemen rührt von Laplace her und ist durch Fr. Weiß noch weiter ausgebaut worden. Er sagt u. a.:

„Man hat, um zu der Ursache der ursprünglichen Bewegungen des Planetensystems aufzusteigen, folgende fünf Erscheinungen:

1) die Bewegung der Planeten nach einerlei Richtung und beinahe in einerlei Ebene;

2) Die Bewegungen der Trabanten nach einerlei Richtung und beinahe in einerlei Ebene in denen der Planeten;

3) Die Umdrehungsbewegungen dieser verschiedenen Körper und der Sonne in einerlei Richtung mit ihren Wurfsbewegungen und in wenig verschiedenen Elementen;

4) die geringe Excentrizität der Bahnen der Planeten und Trabanten;

5) die große Excentrizität der Kometenbahnen, wie sehr auch ihre Neigungen dem Zufalle überlassen gewesen sein mögen.

Die Ursache zu diesen Bewegungen muß alle Körper umfaßt haben und kann wegen der ungeheuren Entfernung dieser Körper von einander nichts anderes gewesen sein, als eine Flüssigkeit von einer unermeßlichen Ausdehnung. Um ihnen (den Planeten und Monden) eine beinahe kreisförmige Bewegung um die Sonne nach einerlei Richtung geben zu können, mußte diese Flüssigkeit die Gestirne wie eine Atmosphäre umgeben. Die Betrachtung der Bewegung der Planeten führt uns also auf den Gedanken, daß vermöge einer ausnehmend großen Wärme die Atmosphäre der Sonne sich anfänglich über alle Planetenbahnen hinaus erstreckt und sich erst nach und nach auf ihre jetzigen Gränzen zurückgezogen habe."

„Aber wie hat sie die Bewegung des Umlaufes und der Umdrehung der Planeten bestimmt? Wenn diese Körper in diese Flüssigkeiten gekommen wären, so würde ihr Widerstand sie auf die Sonne geworfen haben. Man kann daher vermuthen, daß sie an den successiven (durch fortschreitende Abkühlung entstandenen) Gränzen dieser Atmosphäre durch die Verdichtung der Zonen, welche sie bei ihrer Erkaltung und Verdichtung auf der Oberfläche dieses Gestirnes in der Ebene ihres Aequators (!) absetzen mußte, entstanden seien. Man kann vermuthen, daß die Trabanten auf ähnliche Art aus den Atmosphären der Planeten entstanden seien. Die fünf oben erwähnten Erscheinungen fließen natürlich aus diesen Hypothesen her, welchen die Saturnringe einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit geben."

In Beziehung auf die Axendrehungen äußert er sich im fünften Kapitel des dritten Buches seines berühmten Werkes so:

„Wenn ein Körper nach einer durch seinen Schwerpunkt gehenden Richtung gestoßen wird, so bewegen sich alle seine Theile mit einer gleichen Geschwindigkeit; wenn aber diese Richtung dem Schwerpunkte seitwärts vorbeigeht, so haben die verschiedenen Theile des Körpers ungleiche Geschwindigkeiten und aus dieser ungleichen Geschwindigkeit

erfolgt eine Umdrehungsbewegung des Körpers um seinen Schwerpunkt in der nämlichen Zeit, in welcher dieser Punkt mit der Geschwindigkeit fortrückt, die er würde angenommen haben, wenn die Richtung des Stoßes durch diesen Punkt gegangen wäre. — Dieses ist der Fall bei der Erde und den Planeten. Um also die doppelte Bewegung der Umdrehung und des Fortrückens der Erde zu erklären braucht man nur anzunehmen, daß sie anfänglich (!?) einen Stoß erhalten habe, dessen Richtung ihrem Schwerpunkte nahe vorbeiging in einer Entfernung, die bei der Voraussetzung der Gleichartigkeit dieses Planeten ungefähr der einhundertsechszigste Theil ihres Halbmessers ist. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Planeten, Trabanten und Kometen ursprünglich nach einer genau durch ihre Schwerpunkte gehenden Richtung geworfen worden seien, ist unendlich klein; folglich müssen sich alle diese Körper um sich selbst drehen."

„Aus einem ähnlichen Grunde muß die Sonne, die sich um sich selbst dreht, einen Stoß erhalten haben, der, da er nicht durch ihren Schwerpunkt ging, sie mit dem Planetensystem im Weltraume fortführt, wofern nicht ein entgegengesetzter Stoß diese Bewegung aufgehoben hat, was nicht wahrscheinlich ist."

Nach diesen Auffassungen würde sich also an der äußeren Gränze der weit im Weltraume ausgedehnten Sonnenatmosphäre durch Abkühlung eine Flüssigkeit gebildet und dieselbe sich wegen der als schon vorhanden angenommenen Axendrehung der Sonne sammt Atmosphäre sich von den Polen aus fort zu einem zonenartigen Ringe um ihren Aequator zusammengezogen haben. Daß aber ein flüssiger und frei schwebender Ring bei der allergeringsten vonaußen kommenden Störung des Gleichgewichtes, selbst durch einen Kometen, sofort in den Zentralkörper stürzen muß, gibt Laplace an einer anderen Stelle merkwürdigerweise selbst zu. Wie ferner ein vollständiger frei im Gleichgewichte schwebender Ring sich ringsum zu einem Planeten zusammenrollen sollte, ist durchaus nicht erklärlich, da ja in jedem seiner Orte die Fliehkraft und die Zentralkraft einander das Gleichgewicht halten. Uebrigens hätte die Verdichtung der äußeren Gränze der Sonnenatmosphäre wohl kaum bis zum Zustande des Tropfbarflüssigen vorschreiten können, ohne daß sie in Tropfen herabgefallen wäre, und wäre dieses geschehen, so würden die Tropfen schon während des Fallens bei der angenommenen hohen Temperatur und der sie bis auf weite Strecken umgebenden Atmosphäre sich in Dämpfe aufgelöst haben. Bei einem festen Ringe, wie bei den Saturnringen, ist freilich die Erhaltung des Gleichgewich-

tes der beiden Kräfte gesichert; diese sind aber, wie wir gesehen haben, aus schon zäh gewordenen Massen des Planeten hervorgegangen. Solche Ringe konnten sich in keinem Falle um die Sonne bilden.

Woher aber alle die Stöße für die Sonne, die sämmtlichen Planeten, ja für alle Fixsterne gekommen sein sollen, sagt weder Laplace noch irgend ein anderer Astronom, welcher in seine Fußtapfen getreten ist. Es ist in der That die Mühe zu bedauern, welche sich Manche gegeben haben, um genau die Stellen zu bezeichnen, an welchen jeder einzelne Planet durch eine gewisse aber namenlose Kraft müsse gestoßen worden sein, um gerade die ihm jetzt inwohnenende Drehung anzunehmen. Die Gravitationsgesetze gestatten nach meinem Dafürhalten eigentliche Stöße von Weltkörpern überhaupt nicht. Ein kleiner Körper fällt wol auf einen massigeren und bleibt bei ihm; und ein massiger kann wol in einen sehr lockeren von weiter Ausdehnung gerathen. Da die Planeten ihre abgeplattete Gestalt nur zu einer Zeit annehmen konnten, in welcher sie noch hinreichend weich oder gar noch tropfbar flüssig waren, so hätten die eine Drehung bewirkenden Stöße auch vor Erreichung eines festen Zustandes ausgetheilt werden müssen, und wäre dieses geschehen, so würden die Folgen kaum andere gewesen sein, als daß die Planetenmassen zertheilt, zerspritzt oder überhaupt in eine verworrene Bewegung gebracht worden wären.

Es ist übrigens erfreulich, daß Laplace selbst in die aufgestellte Theorie wenig Vertrauen setzt, er sagt:

„Wie es übrigens mit dem Ursprunge des Planetensystems sich immer verhalten möge, den ich mit demjenigen Mißtrauen vortrage, welches alles, was nicht ein Resultat der Beobachtung und Rechnung ist, einflößen muß; so ist soviel gewiß, daß seine Elemente auf solche Art geordnet sind, daß es die größte Beständigkeit behaupten muß, wenn diese nicht von äußeren Ursachen gestört wird."

Einer der eifrigsten Anhänger der Ringtheorie ist Friedrich Weiß.*)

Er meint, daß um den sich drehenden Zentralkörper sich auch drehende Dunstringe gebildet hätten, daß bei der fortschreitenden Bewegung des ganzen Systems der Mittelpunkt jedes Ringes hinter den Schwerpunkt des Zentralkörpers zu liegen gekommen sei, daß dann im Aphelium auf der innern Seite des Ringes wegen geringerer Geschwindigkeit und Schwungkraft daselbst einmal eine Zusammenballung entstanden, daß diese mit dem Ringe um den Zentralkörper gelaufen sei

*) Gesetze der Satellitenbildung. Gotha, 1860.

und auf dieser Bahn die voranliegenden Ringtheile verzögert, die nachfolgenden beschleunigt habe, wodurch endlich aus dem ganzen Ringe ein einziger Planet entstanden sei.

Ich kann hier nicht auf das Einzelne der mit wissenschaftlichem Ernste verfaßten Schrift eingehen, sondern kann nur imallgemeinen bemerken, daß sie eine ziemliche Anzahl von durchaus nicht gerechtfertigten Voraussetzungen enthält und nicht frei ist von Widersprüchen.

Wenn sich im Aphelium des Dunstringes, d. h. an derjenigen Stelle desselben, welche von der Sonne am weitesten entfernt war, wirklich ein Dunstball bildete, so mußte er auch ungeachtet der fortschreitenden Bewegung aller Ringtheile dort bleiben, nur daß er immerfort aus anderen Theilen zusammengesetzt wurde, indem die auf der vorderen Seite der Bahn sich ablösten, die auf der hinteren sich anhäuften, gleichwie die durch den Mond auf der Erde bewirkten und ihm bei deren Axendrehung stets gegenüber stehenbleibende Wasserflutwelle immerfort von anderen neuen Theilen gebildet wird, so daß nur die Welle als solche auf dem Meere eine fortschreitende Bewegung hat, nicht aber das sie bildende Wasser.

Wenn aber ferner die angeblich in der Sonnenferne entstandene Anhäufung mit den übrigen Theilchen des Ringes eine fortschreitende Bewegung angenommen hätte, so können wir uns nur drei Fälle denken:

1. hätte der Dunstball eine kleinere Geschwindigkeit gehabt, als der Ring, so würde er durch den Stoß der ihm nachfolgenden beschleunigt worden sein;

2. hätte er eine größere gehabt, so würde er durch seinen Stoß auf die folgenden verzögert worden sein;

3. hätte er durch eine dieser beiden Einwirkungen endlich eine gleiche Geschwindigkeit erlangt, so würde er schon vorher nicht blos auf der Innenseite des Ringes geblieben sein, sondern wäre überhaupt über den Dunstring hinaus fortgeschleudert worden, weil wegen seiner größeren Masse auch seine Fliehkraft größer gewesen wäre, als die eines mehr lockeren Ringtheiles von gleicher Größe und gleicher Geschwindigkeit.

Daß sich im Gegentheile eine aus lockeren Bestandtheilen zusammengesetzte und um einen Centralkörper sich bewegende Kernmasse theils wegen des Widerstandes am Weltäther, theils wegen der Gravitation zu massigeren Körpern in ihre Bestandtheile nach und nach auf-

lösen könne, haben wir ja an den Kometen und den aus ihnen entstehenden Meteorsternschwärmen bereits ersehen.

Für die Entstehung des großen Planetoidenschwarmes zwischen Mars und Jupiter hilft sich Weiß mit der Einwirkung des letzteren und sagt (S. 150), daß sich viele Kernmassen im Ringe gebildet hätten, denen es nicht „gelungen sei", sich zu einem Balle zusammenzuschaaren. Einen wissenschaftlichen Grund für eine solche Verschiedenheit in der angenommenen Entwickelung eines Dunstringes vermag man wol kaum herauszufinden und man kann nicht begreifen, daß aus dem einen Ringe nur ein Planet, aus einem anderen mehr als hundert mit sehr verschieden großen und verschieden gelegten Bahnen hätten entstehen sollen.

Wie sich aus der auch für die Mondsysteme festgehaltenen Ringtheorie die Verschiedenartigkeit der Axendrehung der Planeten gegen die der Monde, das thatsächliche Verhältniß der spezifischen Gewichte der Planeten, die Nothwendigkeit für die elliptische Gestalt ihrer Bahnen, und überhaupt alle astronomisch unzweifelhaft feststehenden Thatsachen naturgesetzlich können ableiten lassen, ist nach meinem Dafürhalten bis heute wissenschaftlich noch nicht ermittelt gewesen.

Wäre auch unser Mond aus einem Dunstringe entstanden, so müßte er noch mehr kugelförmig sein, als es der Fall ist, und müßte ebenso entschieden mehr Flüssigkeit enthalten, als wir jetzt vermuthen dürfen.

Wenn aus den Gravitationsverhältnissen der einzelnen Planeten ihre Gesammtmasse und aus dieser und ihren Rauminhalten die Dichtigkeit bestimmt wird, so würden die so erlangten Ergebnisse nur dann maßgebend sein, wenn alle Planeten Vollkugeln wären. Da sie es aber nicht sind und ebensowenig die Sonne es ist, so sind alle von Weiß aus diesen Verhältnissen und überdies noch aus vielen oft sehr künstlichen oder vielmehr sehr unnatürlichen Voraussetzungen gezogenen Schlüsse für seine Theorie nicht nur unfruchtbar, sondern nachtheilig.

Wenn auch verschiedene Astronomen das spezifische Gewicht der Planeten noch etwas verschieden bestimmt haben*), so kommen alle

*) Wenn die Dichte der Erdmasse mit 1 bezeichnet wird, so zeigt sich nach Piazzi folgende Stufenfolge: Merkur 3,9252, Venus 1,1066, Erde 1,0000, Mars 0,9937, Jupiter 0,2929, Saturn 0,1696. Nach Newton verhalten sich die Dichtigkeiten von Erde, Jupiter und Saturn wie 400, 94,5 und 64 zueinander. Nach anderen Angaben sind die Werthe für Jupiter 0,22, Saturn kaum 0,10, Uranus etwa 0,2; dagegen Merkur 1,23.

Resultate doch darin überein, daß die entfernteren Planeten, selbst wenn wir sie als Vollkugeln ansehen, aus leichteren Stoffen zusammengesetzt sind, als die der Sonne näheren. Diese Thatsache läßt sich mit der Ringtheorie nicht in Uebereinstimmung bringen. Denn wenn sich aus dem chaotischen Urnebel durch Verdichtung seiner äußeren Partien an dem kalten Weltraume zunächst Kugelschalen, durch deren Zusammenziehung aber Ringe, aus diesen durch eine, man möchte sagen, Aufrollung derselben zu Kugeln die Planeten gebildet hätten; so müßten die entferntesten gerade das größte spezifische Gewicht besitzen, weil die Schwermetalle mit ihren hohen Schmelzpunkten zuerst aus dem luftigen Zustande zu Dunstatmosphären sich hätten gestalten und dann in den flüssigen Zustand verwandeln müssen.

Daß die zur Planetenbildung angeblich vorhanden gewesenen Ringe nicht flüssig gewesen sein können, ergibt sich daraus, daß die Planetenbahnen eine Neigung gegen den Sonnenäquator besitzen; die flüssigen Ringe und die aus ihnen entstehenden Planeten konnten nur genau in der Ebene des Sonnenäquators sich im Gleichgewichte halten. Daraus und aus den Verhältnissen der spezifischen Gewichte der Planeten ergibt sich offenbar, daß die Planeten erst dann vom Zentralkörper sich ablösten, als sich bei diesem bereits ein flüssiger Kern gebildet hatte, wie wir es oben auch angenommen haben. Gleichwie Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewichte, welche sich miteinander nicht verbinden, z. B. Quecksilber, Weinsteinöl, Alkohol, Steinöl, in demselben Gefäße sich so lagern, daß die schwerste unten, die leichteste oben sich befindet; so war es auch bei dem Zentralkörper, so daß also die Flutwelle aus dem leichtesten Stoffe zuerst, aus dem schwersten zuletzt abgeschleudert wurde. Dabei ist klar, daß die Flutwellen aus den leichtesten Stoffen unter übrigens gleichen Umständen das größte Volumen haben mußten und in der That sind auch die oberen Planeten bedeutend größer als die unteren. Bei der Betrachtung der Sonnenflecke haben wir gesehen, wie sich sogar heute noch der anziehende Einfluß nicht nur des Jupiter, sondern selbst der Venus und der Erde auf die Zusammenziehung der Schlackenfelder, also gewissermaßen zur Erzeugung einer Flutwelle geltend macht.

Der Umstand, daß bei den Jupitermonden das spezifische Gewicht des entferntesten, also zuerst entstandenen, $1{,}_{68}$, das des nächsten nur $0{,}_{69}$ (für Jupiter selbst 1 gesetzt) beträgt, weiset darauf hin, daß jener sehr früh sich abgelöst hat, als sich aus der noch sehr dichten Atmosphäre

des Planeten zuerst die schwersten Stoffe in einem noch sehr heißen Zustande auf seine Oberfläche abgelagert hatten.

Während die Neigung der Planetoidenbahnen zufolge der angegebenen Entstehungsweise dieser kleinen Weltkörper sehr verschieden ausfiel, weicht sie für alle größeren Planeten nicht sehr ab, weil sie alle aus der Aequatorialzone abgeschleudert wurden; ihre Verschiedenheit so wie die Größe der Neigung der Drehungsaxen gegen die Bahn-Ebenen und auch die Größe der Excentricität dieser Bahnen war von dem Gewichtsunterschiede der zu beiden Seiten vom Aequator des Zentralkörpers vorhanden gewesenen Theile des abgeschleuderten Körpers abhängig.

Wenn eine Theorie in sich den Grund für eine um so größere Wahrscheinlichkeit ihrer Richtigkeit besitzt, je geringer die Anzahl von Hypothesen, auf welche man sie stützt, und je größer die Menge der Erscheinungen ist, welche sie zu erklären vermag; so hoffe ich, daß man der Abschleuderungstheorie eine gewisse Berechtigung nicht versagen wird.

Zweiter Theil.

Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers.

a) Sein Zustand als Ganzes.

Da die vorliegende Schrift nur einen allgemeinen Entwurf einer Kosmogenie zum Ziele hat, so kann es nicht meine Absicht sein, hier eine ins Einzelne gehende Geologie zu liefern, zumal wir davon bereits eine Reihe von trefflichen Schriften besitzen, wenn auch immer noch sehr Vieles zu erforschen bleibt. Ich will also nur in möglichst scharfen Umrissen ein Bild von der allmähligen Entwickelung des Erdkörpers zu zeichnen suchen, um dann die Entstehung und Vervollkommnung des organischen Lebens auf ihm ungezwungen anschließen zu können.

Es ist nach den früheren Ausführungen kein Zweifel darüber vorhanden, daß alle unsere Erde jetzt bildenden Stoffe damals, als sie noch zu dem Zentralkörper gehörte und selbst noch eine lange Zeit nach ihrer Ablösung von ihm in einem theils gasigen, theils tropfbar, aber noch feuerflüssigen Zustande vorhanden gewesen sind. In der That lassen sich auch alle bei hinreichend anhaltenden hohen Temperaturen jetzt noch wieder in diesen Zustand zurückführen und zeigen überdies an ihren Fundorten, daß sie in diesem Zustande vorhanden gewesen sind.

Nachdem die Erde ein selbstständiger Körper geworden war, welcher das Aussehen eines Nebelsternes (im Spektrum außer den hellen Linien der umgebenden Gase noch ein feines Absorptionsspektrum mit dunklen Linien des noch feurigflüssigen Kernes) gewähren mußte, traten eine ganze Reihe von Kräften auf, um sie zu gestalten und umzubilden. Die

Fliehkraft und die Schwere, die chemischen Verbindungen und Zersetzungen, die nicht nur von außen nach innen, sondern auch von innen nach außen vorschreitende Abkühlung an dem Weltraume, der entgegengesetzte Einfluß der Sonne mit verschiedener Wirkung nach Ort und Zeit, die Verschiedenheit des Kondensations- und des Schmelzpunktes, so wie das verschiedene spezifische Gewicht der verschiedenen Stoffe.

Da die Erde bei ihrer Entstehung durchweg flüssig war und sogleich eine ziemlich große eigene Drehungsgeschwindigkeit bekam, so mußte sich eine flächenförmige Struktur nach Parallelkreisen herausbilden. Da aber auch mit fortschreitender Abkühlung horizontale Ablagerungen der Stoffe je nach ihrem spezifischen Gewichte entstanden; so zeigte der feste Theil der Erdkruste in seinen Gebilden während einer bestimmten Entwickelungsperiode im Großen und Ganzen zwei einander rechtwinkelig entgegengesetzte Spaltungsflächen, von denen indeß die horizontale meist besser erkennbar ist. Die horizontale Lage ist bei diesen Gebilden durch die später zu erwähnenden Hebungen freilich meist in eine schiefe umgewandelt worden. Die Spaltungsflächen zeigen sich nicht blos bei ganzen Gebirgsmassen, sondern selbst bei sehr kleinen Bruchstücken, z. B. von Braunkohlen, wenn auch alles Holzgewebe vollständig verschwunden ist, indem sich an der Luft vonselbst seine Risse bilden. Es wäre nicht ohne Interesse, zu untersuchen, ob die eine Spaltungsfläche nicht in der Richtung der Meridiane liegt.

Weil der Mond eine selbstständige Axendrehung nicht besitzt, treten bei ihm mehr die Ringformen hervor.

Wegen der verschiedenen Grade der Schmelzbarkeit und des spezifischen Gewichtes der Stoffe erhielt die festwerdende Erdkruste verschiedene Lagen von unten nach oben bestehend, aus Basalt, Porphyr, Grünstein und Granit (schiefrig als Gneiß). Beim Granit sind die Quarzkrystalle (auch Granaten) in den Feldspath eingeschmolzen. Es ist durchaus keinem Zweifel unterworfen, daß alle Basalte, Porphyre, Granite, Syenite, Grünsteine flüssig waren wie die Laven, denn auch sie enthalten Krystalle eingesprengt. Versuche haben es festgestellt, daß granitische und basaltische Gesteine nur bei äußerst langsamer Abkühlung krystallinisch, bei schneller aber amorphisch werden. In dieser frühen Bildungsepoche der Erde konnten Krystallisationen aus breiartigen oder flüssigen Massen bei dem großen Drucke einer noch sehr weit um sie ausgedehnten und sehr stoffreichen Dunstatmosphäre aus sehr verschiedenen Stoffen während einer noch sehr hohen Temperatur geschehen. Heine hat als Bestätigung zu dieser Behauptung in der

Vorderwand eines Kupferschmelzofens zu Hettstädt die Erzeugung von Feldspathkrystallen beobachtet. Es ist auch nicht wunderbar, daß zufolge eben dieses Druckes alle Basalte 6 Prozent Wasser enthalten.

Die Zeit der Abkühlung der Erde bis zu ihrer jetzigen Temperatur ist wohl nach Milliarden von Jahren zu rechnen. Bischof hat zu ihrer Ermittelung mittelst eines Basaltwürfels und einer Kugel von zwei Fuß Durchmesser einen schwachen Versuch gemacht und sagt, daß 35 Millionen Jahre erforderlich gewesen seien, ehe die Erde von 2000° bis auf 500° sich abgekühlt habe, und daß von jetzt an noch 49 Millionen Jahre vergehen würden, ehe sie die Temperatur des Weltraumes haben werde. Nähme die Erdwärme von jetzt an in einem Jahrtausend um $^1/_{10}$ Grad ab, so würde schon in etwa 200,000 Jahren fast alles Wasser zu Eis geworden sein. Wegen der vielleicht noch geringeren Wärmeabnahme haben Manche dieselbe überhaupt in Abrede gestellt, was aber den geologischen Thatsachen geradezu widerspricht.

Ein Beispiel von der jetzt noch, und zwar sogar auf der Erdoberfläche selbst, nur sehr langsam vor sich gehenden Erkaltung haben wir an der Lava, welche aus dem Erdinneren durch die Krater der Vulkane hervorströmt. Nach Jahren ist sie nämlich noch so heiß, daß ein Stock, welchen man durch die etwas verhärtete Kruste sticht, bald verkohlt.

Wäre die Erde stets nur in der Bahn geblieben, welche ihr bei ihrer Ablösung von der Sonne angewiesen war, so würde ihre Abkühlung an dem kalten Weltraume zufolge ihrer bestimmten Stellung zur Sonne eine vollkommen gleichmäßig fortschreitende gewesen sein. Die Geschichte der Erde weiset uns aber zwei gewaltige Sprünge, die sogen. Kälteperioden nach, deren Wirkung und Bedeutung wir später untersuchen werden.

Als die Erde noch in einem feurig flüssigen Zustande war, hatte sie die regelmäßig abgeplattete Gestalt, wie sie eine um einen bestimmten Durchmesser gedrehte Kugel eines flüssigen Stoffs annehmen muß, sie war ein Rotationsellipsoid. Als sie aber wegen ihrer bestimmten Stellung zur Sonne an ihren heutigen Kälte-Polen naturgemäß zuerst erstarrte, sank dort die feste Rinde etwas tiefer ein, gleichwie eine Eisscholle auch etwas unter den Wasserspiegel sinkt, und die in geringeren Breiten noch nachgibigen Massen entfernten sich etwas vom Drehungsmittelpunkte. Daher ist in den Breiten von 45° bis 90° die Krümmung kleiner, in denen von 0° bis 45° größer, als sie einer regelmäßigen Abplattung entspricht, denn dort entspricht sie einer Abplattung von $\frac{1}{276}$, hier von $\frac{1}{306,33}$.

Obwohl wir etwa nur 1 Meile tief in die feste Erdrinde eingedrungen sind, so hat sich doch durch Bohrungen und durch die in verschiedenen Tiefen aufgefundenen Quellen mit Sicherheit herausgestellt, daß von einem je nach der geographischen Breite etwa 60 bis 80 Fuß tief liegendem Punkte aus, wo die Temperatur in allen Jahres- und Tageszeiten dieselbe, 0° übersteigende und bis wohin nur die Temperatur der oberen Schichten vermöge der Besonnung einem Wechsel unterworfen ist, die Wärme nach dem Erdinneren mit je 90 bis 100 Fuß Tiefe um 1° R. zunimmt. Geschähe diese Zunahme weiter hinab ebenso, so würde in einer Tiefe von 12000 Fuß oder einer halben Meile die Wärme mehr als 110° betragen und bei einer Tiefe von weniger als 4 Meilen würde das Eisen, dessen Schmelzpunkt etwas über 1200° C. = 960° R. liegt, im flüssigen Zustande vorkommen. Mitscherlich setzt die Schmelzhitze des Granit (1300° C. = 1040° R.) in eine Tiefe von 5 Meilen. In der in den englischen Steinkohlenflözen bis jetzt erreichten größten Tiefe von 2500 Fuß fand man die Wärme 35° R. Daß chemisch-physikalische Prozesse an einzelnen Stellen die Wärme steigern und so zum Hervortreten heißer Quellen aus nicht allzugroßer Tiefe Veranlassung sein können, ist wol selbstverständlich, darf aber durchaus nicht als Einwand gelten gegen die Annahme eines jetzt noch schmelzflüssigen Zustandes an der Basis der festen Kruste. Bei der imganzen geringen Leitungsfähigkeit der die Erdkruste bildenden Körper muß mit wachsender Tiefe und Dicke der schützenden Decke die Wärme sogar viel rascher zunehmen, als oben angegeben worden und der Umstand, daß man in der Lava das Kupfer und Silber in einem geschmolzenen Zustande vorgefunden hat, zeigt, daß die Wärme selbst schon am Fuße der Krater 1100° C. = 880° R. beträgt. Wir werden also die Erde in einer gewissen nicht allzu großen Tiefe jetzt noch in einem feurig flüssigen Zustande befindlich ansehen müssen. Der Fuß der Krater, welcher häufig bis zu den glühend flüssigen Massen des Erdinneren reicht, liegt nach den Angaben der tüchtigsten Geologen sogar nicht über 8 englische (oder etwa 1,8 geogr.) Meilen unter der Erdoberfläche. Die Krater sind aber nur Bohrlöcher in die feste Erdkruste von unten, so daß also diese eine größere Dicke hat, als 1,8 Meilen; wol das Fünffache. Wir werden der Wahrheit nahe treten, wenn wir die Dicke der festgewordenen Erdrinde mit der Schale von einem Ei vergleichen.

Die innere Gluthmasse unter der darauf schwimmenden Erdkruste hat überall eine gleichmäßige Temperatur, denn da wo der Meeres-

grund durch unterseeische Höhenzüge nicht sehr unterbrochen ist und tief liegt (etwa 15,000 Fuß), wie u. a. zwischen Sable Island und den Azoren, also auf einem Flächenraume von wenigstens 10,000 Geviertmeilen, zeigt das Wasser eine gleichmäßige Wärme (W. Chimmo).

Das Innere der Erde ist ferner hohl und ihre feste Rinde besitzt eine vom Aequator nach den Polen hin abnehmende Dicke.

Wenn die Beweisgründe für meine schon früher aufgestellte und namentlich für die Sonne bewiesene Behauptung, daß alle Weltkörper, welche in einem glühend flüssigen Zustande waren und eine selbstständige Axendrehung besitzen, hohl geworden sein müssen, für den Leser überzeugend genug gewesen sind; so dürfte ich für die Erde mich weiterer Ausführungen wohl enthalten, um auch für sie dasselbe Recht in Anspruch zu nehmen; aber es treten bei ihr grade so eigenthümliche, bisher noch nicht genügend erklärte Erscheinungen auf, daß es von großem Interesse ist, grade sie höchst einfach auch auf jene Voraussetzung zurückgeführt zu sehen.

Sehr sorgfältige astronomische Messungen haben neuerdings die Thatsache ermittelt, daß sich für einen bestimmten Ort die Polhöhe in einem Zeitraume von ungefähr 10 synodischen Monaten um etwa $^1/_{125}$ Sekunden ändert, daß also die Drehungsaxe der Erde nicht zugleich die Hauptaxe oder diejenige Axe ist, welche durch einen seiner Lage nach unveränderlichen Schwerpunkt der Erde geht. Es ist nun die Frage: wodurch wird die Lage des Schwerpunktes veränderlich? Die beiden um 180° voneinander abstehenden Wasserflutwellen auf der Erdoberfläche veranlassen nicht die Veränderung der Lage, weil sie stets in derselben Richtung einander gegenüber bleiben; wohl aber die vorzüglich durch den Mond erzeugte eine Welle der inneren schmelzflüssigen Masse. Somit erscheint jene Beobachtung als eine Bestätigung von dem Vorhandensein einer inneren Glutwelle, deren Entstehung aber nur beim Hohlsein der Erde möglich ist.

Weitere Bestätigungen werden wir in ihrem spezifischen Gewichte im Vergleiche zu dem Gewichte der Auswurfgesteine und dem mittleren Gewichte der Körper an der Oberfläche, ferner in der Erscheinung der Erdbeben und in dem wunderbaren Reichthume des thierischen Lebens in den Polarmeeren finden. Zunächst aber müssen wir die Geschichte des Aufbaues der festen Kruste unserer Erde einer, wenn auch nur ganz allgemeinen Betrachtung unterziehen.

b) Geologische Perioden.

Werden nach unserer früher aufgestellten Theorie von einem größeren glühend flüssigen Zentralkörper kleinere Theile abgelöst, so tritt bei letzteren wegen ihrer verhältnißmäßig geringen Masse die Abkühlung an dem kalten Weltraume, also auch die Befähigung zur Entwickelung eines organischen Lebens um so früher ein, je eher sie entstanden und je kleiner sie sind. So ist es z. B. bei unserem Planetensysteme, wobei die ältesten und von dem Centralkörper am entferntesten Planeten gegenwärtig schon, der jüngste und der Sonne am nächsten befindliche gegenwärtig noch auf einer niedrigeren Stufe stehen als die Erde, wogegen die der Erde zunächst befindlichen beiden Planeten, die Venus und der Mars, mit ihr die meiste Aehnlichkeit haben.

Obwohl die Untersuchungen der Erdkruste sich vorläufig nur noch auf einen sehr kleinen, kaum den achten Theil, beschränken, so zeigen sie uns zunächst doch, daß ihr innerer Bau im Großen und Ganzen überall eine vollkommene Uebereinstimmung darbietet; es haben also bei ihrer Entstehung überall dieselben naturgesetzlichen Bedingungen stattgefunden. Ungeachtet der größte Theil der Gesteine von der uns bekannten Erdmasse ein sehr verschiedenes Aussehen und mannigfaltiges Gefüge zeigt und sich auch nicht mehr in dem ursprünglichen Erstarrungszustande befindet; so besitzen sie doch eine fast gleiche chemische Zusammensetzung. Die wesentlichen Bestandtheile sind: Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyde, Kalkerde, Talkerde, Kali, Natron.

Als der eigentliche Erdkörper noch glühend heiß war, fand sich das Wasser mit vielen anderen Stoffen nur im Gaszustande vor in einer sehr weit ausgedehnten Atmosphäre, welche einen großen Druck ausübte und die Abkühlung der Erdoberfläche hemmte. Sauerstoff und Wasserstoff hatten, als die Abkühlung an der äußeren Gränze der Atmosphäre noch nicht 80° R. erreicht hatte, die Natur des Wasserdampfes; als die Wärme bis dahin und tiefer sank, bildete sich zwar Wasser, aber es wurde beim Fallen durch die höhere Wärme, welche es in der Tiefe vorfand, wieder in Dampf verwandelt. So dauerte dieses Spiel bei der immer tiefer eindringenden Abkühlung sehr lange fort, bis das fallende Wasser endlich die noch heiße Erdkruste erreichte, wobei es aber wegen des großen Druckes der immer noch sehr weit ausgedehnten Gas- und Dampfatmosphäre eine höhere Temperatur besaß, als die des Siedepunktes. Dort wurde es wie auf einem heißen

Steine sofort wieder verdampft, löste dabei aber von den noch glühend heißen Massen eine Menge Bestandtheile (Alkalien, Kalkerde, Talkerde u. a.) in der zartesten Vertheilung auf und nahm sie mit sich in die Höhe.

In dieser furchtbaren und lange währenden Periode des Kampfes zwischen Wasser und Feuer, in welchem die Electrizität gewiß eine so große Rolle spielte, daß die kühnste Phantasie ein Bild sich zu machen unfähig ist, wurden ungeheure Massen schon festgewordener Bestandtheile der Oberfläche vollständig wieder aufgelöst und dann als feiner Schlamm abgelagert.

Tiefe Dunkelheit bedeckte damals noch die Erde, denn ihre Oberfläche hatte bereits aufgehört zu glühen und eine dichte Atmosphäre hielt jeden Sonnenstrahl ab. Wenn auch Haydn in seinem herrlichen Tongemälde „die Schöpfung" den Gedanken „und es ward Licht" als einen ergreifenden Moment darstellt, so entspricht dieses der Wirklichkeit durchaus nicht. Der belebende Sonnenstrahl konnte sich nur sehr allmählig Bahn brechen.

Als tropfbares Wasser auf die Erstarrungskruste der Erde gelangte, begannen auch die chemischen Prozesse auf nassem Wege und die mechanischen Zerstörungen: die löslichen Salze sowie der Gyps wurden ausgelaugt und durch örtliche Verdunstung eingeschlossener Gewässer schieden sich die schwer löslichen und leicht krystallisirbaren Salze als Steinsalze und Gypslager ab, welche später durch Hebungen des Meeresbodens trocken gelegt wurden. So wurden auch die Thonschiefer und Grauwacken erzeugt und auf diese Weise zuerst in den Polargegenden die Grundlage für die Entstehung einer anfänglich sehr niedrig stehenden Pflanzen- und Thierwelt gelegt. Die mächtigen Grauwacken oder Uebergangsbildungen sind durch spätere Hebungen zum Theil aufgerichtet, mannigfach gebogen und durcheinander geworfen worden, so daß sich eine bestimmte Gliederung in ihnen nur sehr schwer entdecken läßt.

Die immer noch ungemein weit in den Weltraum reichende Wasserdampfatmosphäre zog sich bei der vorschreitenden Abkühlung mehr und mehr zusammen, und Gewässer sammelten sich zunächst und vorzüglich um die verhältnißmäßig kälteren Polargegenden, während das in der Aequatorialzone herabkommende Wasser immerfort noch schnell verdampfte. Wie wir jetzt in der Atmosphäre vorzüglich Luftströmungen haben, so fanden damals die heftigsten Dampfströmungen und Dampfstürme statt.

Es ist nach meiner Ueberzeugung ein großer Irrthum, wenn (von Ferd. Römer) behauptet wird, „die den Erdkörper umgebende Wassermenge müsse zu allen Zeiten dieselbe gewesen sein wie heute."

Es beginnen zwar jetzt schon Jahreszeiten sich zu äußern, aber nur in furchtbaren Niederschlägen von Wasser und in Unterbrechungen derselben. Bei der früher größeren Erdwärme und größeren Dichte der Atmosphäre konnte die verschiedene Stellung der Sonne in verschiedenen geographischen Breiten während eines Jahres keine großen Wärmeunterschiede erzeugen oder der Einfluß der Sonne verschwand mehr in der höheren Wärme auf der ganzen Erdoberfläche. Erst nachdem sich zufolge der weiteren Abkühlung die Klimazonen im Sinne unserer Jahreszeiten gebildet hatten, konnte von einer Eisbildung die Rede sein, und dieses fand wahrscheinlich erst zu Ende der Tertiärperiode statt, weil noch während dieser Zeit in den Polargegenden eine tropische Vegetation (später noch Platanen, Tulpenbäume, Nußbäume, Weinreben) gedieh, auf welche wir später zurückkommen.

Da die Niederschläge jedesmal eine Menge fein aufgelöster Massen mit sich brachten und Ueberfluthungen herbeiführten, so mußte die obere losere Erdrinde eine Schichtenbildung annehmen, gleichwie die Jahresringe bei den Bäumen. Zu der Entstehung dieser Schichten, deren eine sehr große Anzahl von geringerer oder größerer Mächtigkeit vorhanden sind, trug auch vorzüglich der Umstand bei, daß die vorzüglich in den Polargegenden herabkommenden Regengüsse das an jeder bestimmten Stelle vorhandene, durch ihre Drehungsgeschwindigkeit bedingte Gleichgewicht vorübergehend störten, und daß dasselbe sich wieder herstellt, indem die Gewässer nach geringeren Breiten strömten, Gesteine und Erdarten mit sich fortführten und sie endlich ablagerten. Zum Theil aus diesem Grunde ist Grönland so abgespühlt worden, daß heute die Steinkohlenlager dort an manchen Orten zutage liegen; es müssen also dort die Schichtenbildungen weniger zahlreich sein, als in geringeren Breiten.

Die abwechselnden Niederschläge von Wasser und die Verdampfungen desselben trugen vorzüglich zur Abkühlung der Erdoberfläche bei; aber zu diesem Kampfe des Wassers und Feuers gehörten wohl Millionen von Jahren. Selbst die Periode der späteren viel ruhigeren Ablagerungen, welche eine mächtige Schicht der Erdrinde bildeten, kann man durch Rückschlüsse, ausgehend von der historischen Zeit des Menschengeschlechtes, auf mindestens 10 Millionen Jahre annehmen. Der durch

seine Ablagerungen bekannte Nil hat, um nur 100 Fuß Boden abzusetzen, sogar 36000 Jahre gebraucht, wie wir aus der Lage der seit etwa 2000 Jahren vorhandenen Bauwerke und der Stärke der alljährlichen Ablagerungen dieses Flusses entnehmen. Dieses gilt freilich nur unter der nicht vollkommen gerechtfertigten Annahme, daß die abgesetzten Schichten stets eine gleiche mittlere Stärke besaßen. — Die auf 600 Fuß Mächtigkeit angenommenen Ablagerungen im Mississippithale haben unter dieser einschränkenden Voraussetzung nach guten Beobachtungen 100000 Jahre inanspruchgenommen. Die Periode seit der Entstehung mächtigerer Pflanzen und Thiere bis zu dem Erscheinen des Menschen wird aber auf 9 bis 10 Millionen Jahre angenommen.

Wir brauchen also nicht tief in das Erdinnere einzudringen, um sofort zu erkennen, daß Feuer und Wasser furchtbare Kämpfe miteinander bestanden haben, ehe das Wasser bis zu dem heutigen Grade auf der Oberfläche siegreich geworden ist. Es spielt aber als Zerstörer des Festen auch jetzt noch eine wesentliche Rolle, wenn es auch nur langsam wirkt und seine Opfer horizontal aufschichtet. Daß die Verflachung der Höhen des Festlandes und die Ausfüllung der Vertiefungen, auch der unter dem Meeresspiegel, also überhaupt die Niveauausgleichung auf der Erdoberfläche zwar langsam, aber sicher und unaufhaltsam vorschreitet, läßt sich aus folgenden Umständen leicht entnehmen. Die Wurzeln der Pflanzen drängen sich durch die Kraft der Vegetation in die kleinsten Spalten der Felsen und erweitern sie; im Sommer dringt die Nässe in selbst ganz zarte Risse, im Winter treibt das gefrierende Wasser die Massen auseinander; in der heißen Zone ist es, wie Livingstone aus Südafrika berichtet, die Sonnengluth; Vulkane und Erdbeben rütteln oft gewaltig an dem festen Gerüste der Erde. Die Massen der Gebirge fallen so mehr und mehr auseinander, sie stürzen herab, werden durch die Gewässer weitergeführt, abgeschliffen, zerrieben und in Vertiefungen abgesetzt. Selbst durch Menschenhand wird in dieser Beziehung mehr zerstört als aufgebaut, und überall wirkt in unscheinbarer Weise die Atmosphäre.

Daß das Wasser bei der Niveauausgleichung vonjeher eine sehr bedeutende Rolle gespielt haben muß, läßt sich leicht entnehmen, denn seine Gesammtmasse ist so bedeutend, daß die jetzige mittlere Meerestiefe von 15000 Fuß nur bis auf 10000 Fuß herabgehen würde, wenn man mit den jetzigen Erhebungen der Ländermassen über seinen Spiegel die Sohle der Oceane ausebnete, indem das jetzige Raumverhältniß des Trockenen zum Nassen 1 : 2,5 beträgt. Es ist natür-

lich, daß wegen der Fortführung fein zerriebener Bestandtheile durch die Flüsse der Spiegel namentlich eingeschlossener Meere steigen muß. In Meerbusen und an Flußmündungen ist die Anhäufung freilich am schnellsten.

Als auf der Erde anfänglich nur noch eine mäßigstarke feste Erstarrungskruste aus Granit und Gneiß sich gebildet hatte, brachten die inneren flüssigen Massen, durch ihre Gravitation zum Monde veranlaßt, meist nur ein wellenförmiges Wogen und imallgemeinen ziemlich gleichzeitig über die ganze Erdoberfläche hervor; dann aber geschahen bei größerer Dicke und Festigkeit der Rinde gewaltige Auftreibungen an den einen und Senkungen an anderen Orten in kürzeren Zwischenzeiten, doch nicht überall gleichzeitig und auch nicht überall in gleicher Ausdehnung; bei weiter fortschreitender Abkühlung aber mehr allmählig und in längeren Unterbrechungen, und jetzt endlich finden nur noch sehr langsame Hebungen der festen Erdkruste statt. Letzteres ist u. a. deutlich nachweisbar an der Küste Skandinaviens (wenn auch jährlich kaum ½ Zoll), an Neufountland, den Sandwichsinseln, Philippinen, Neuholland, Chile. In Schweden glaubt man frühere ruckweise Hebungen im Gesammtbetrage von etwa 600 Fuß jetzt deutlich nachgewiesen zu haben. Daß diese Hebungen aber zu den frühesten Erscheinungen der Erdbildung gehören, zeigt sich an den durch Niederschläge erfolgten Ablagerungen unter den ältesten Formationen.

Wenn übrigens die Hebung Skandinaviens sich auch auf den Boden der Ostsee ausdehnt, so wird unter Berücksichtigung der vielen Ablagerungen aus Flüssen dieselbe in etwa 4000 Jahren verschwunden sein und die jetzigen Inseln werden aus aufgeschwemmtem Lande als Berge hervorragen. — So zeigt u. a. das ganze Tiefland von der Behringsstraße an durch Sibirien, das europäische Rußland, Norddeutschland bis nach Holland, daß es Meeresboden gewesen ist.

Von Europa hat man zwölf solche Perioden der Umgestaltung angenommen. Jedesmal unterlag eine ganze Welt von Pflanzen und Thieren einer solchen Katastrophe, wenn die Wellenbewegungen schnell genug eintraten. Ihre Reste sind gewissermaßen die Denkmünzen für die Entwickelungsgeschichte der Erde; man findet sie ebensowohl 900 Fuß unter dem jetzigen Meeresspiegel, als 10000 Fuß (in den Cordilleren) über ihm. Geschahen die Hebungen allmählig, so sind die kleinsten Konchilien mit den zartesten Windungen oft völlig unverletzt vorhanden, wie ich es z. B. in den oberschlesischen Bergwerken gefunden habe. Reste von Süßwasser- und Meerwasserthieren sind nicht selten in nahe

übereinanderliegenden Schichten vorhanden, und da sich an manchen Knochen und Zähnen von Landthieren selbst Korallen angesetzt finden, so müssen sie einige Zeit vom Meere bedeckt gewesen sein, ehe sie zu ihrer jetzigen Lagerstätte gehoben worden sind.

Selbst nachdem die feste Erdkruste bereits eine bedeutende Dicke erlangt hatte, durchbrachen die inneren glühendflüssigen Massen die verengenden Schranken. Wie unbeschreiblich mächtig solche Ausbrüche, gegen welche unsere heutigen Lavaströme verschwindend klein sind, gewesen sein müssen, können wir daraus entnehmen, daß die vulkanischen Felsenwände mancher Inseln jetzt noch 1000 bis 2000 Fuß steil aus dem Meere hervorragen, während diese Lavaströme anfänglich doch nur einen sehr kleinen Neigungswinkel gegen den Horizont gehabt haben können. Nach den vorliegenden Beobachtungen bleibt die fließende Lava stehen, wenn der Neigungswinkel des Erdbodens nur 3° beträgt. Das Meer hat also von den hohen und weit sich erstreckenden Lavaströmen den Vordertheil während unmeßbarer Zeiträume abgenagt und aus den lose gemachten Bestandtheilen dann Schichten gebildet. Die bei der Axendrehung der Erde nach Osten gerichtete Schwungkraft des Meeres hat die Westküsten sowohl der zusammenhängenden Festländer, als auch der einzeln und gegen Westen freigelegenen Inseln fast durchgängig sehr abgenagt und steil gemacht.

Die Schichtenbildung tritt also, wie wir an verschiedenen Umständen erkennen, schon in einem sehr jugendlichen Alter der Erde auf und zeigt sich nicht nur in großen Tiefen, sondern auch in bedeutenden Höhen des Festlandes. Wir finden oft in mehren tausend Fuß Höhe mächtige Schichten von Konglomeraten in unermeßlicher Anzahl. (Konglomerate sind durch Wasserbewegung abgerundete, zusammengespülte und dann durch irgend ein im feineren Zustande eindringendes Bindemittel zusammengebackene Rollsteine).

Wenn wir am Meeresstrande beobachten, wie wenig die ewig thätigen sandbeladenen Wogen der Brandung imstande sind, das Gestein zu feinem Sande zu zerreiben; wenn wir wahrnehmen, welche weit ausgedehnten, oft mehre tausend Fuß mächtigen Lager von Kiesgruß mit abgerundeten Steinen, Sand und Thon in verschiedenen Tiefen unter der Erdoberfläche sich vorfinden: so können wir die Länge der Perioden, welche zur Bildung solcher Lager nothwendig waren, kaum erfassen, zumal zwischen der Bildungsdauer jeder einzelnen Schicht und der darüber folgenden oft ganz verschieden lange Pausen der Ruhe gewesen sein müssen, wie wir aus der Beschaffenheit der

darin befindlichen organischen Ueberreste zu schließen vollkommen berechtigt sind.

Die Schichten von einer gewissen Beschaffenheit haben in verschiedenen Ländern eine sehr verschiedene Mächtigkeit, theils weil die Gewässer die Bestandtheile der Schichten in einer bestimmten Periode oft weit mit sich fortgeführt und endlich abgelagert haben, theils weil die Flächen, auf welche der Niederschlag stattfand, sehr uneben gewesen sind, so daß sich in den Thälern eine mächtigere Schicht bilden mußte, als auf den Hügeln oder Bergen, wo gewisse Schichten ganz fehlen können.

Die Setzungsgesteine sind übrigens nicht selten von einer ziemlich ungleichen chemischen Zusammensetzung, denn keines von ihnen ist mineralogisch nach Vertheilung und Gruppirung vollkommen wie ein Erstarrungsgestein zusammengesetzt, und doch haben diese das Material zu jenen hergegeben; also müssen noch neue Stoffe (z. B. Kohlenstoff, Chlor, Schwefelverbindungen) aus der früher weit stoffreicheren Atmosphäre hinzugekommen sein, während andere theils durch die von unten einwirkende Erdwärme, theils durch das vonoben eindringende Wasser verloren gegangen sind.

Im Meerwasser sind übrigens außer einer Menge von Thierresten nicht weniger als 19 Elemente nachgewiesen, welche die Ablagerungen vorzüglich für Kalksteine, Dolomit, Gyps, Steinsalz hergegeben haben. Die Verdunstung führte reines Wasser dem Lande zu, dieses löste viele Stoffe auf und brachte sie ins Meer, so daß wenigstens jetzt sein Zustand ziemlich unverändert bleibt. — Aus der Kalkerde, welche vorzüglich in schwefelsaurer und kohlensaurer Verbindung vorkommt, bauen sich mikroskopische Pflanzen und Thiere ihre Wohnungen, oder Knochen und diese bilden dann Kreide-, Muschel- und Korallenkalk und dichten Kalkstein; aber auch die mikroskopischen, organischen Süßwasserbildungen, welche kiesliger Natur sind, wie Kieselguhr, Trippel, Polirschiefer bilden oft bedeutende Länderstrecken.

Die Sandsteine wurden aus losem Quarzsande durch das Eindringen von thonigem, eisenhaltigem oder kalkigem Zement und durch Druck, selbst durch den des Wassers gebildet. — Zu dem Schieferthon und Thonschiefer gaben die durch die Gewässer noch weiter fortgeführten feinen Thon- und Schlammtheilchen, sowie auch zarte Glimmerblättchen das Material her. Ihre Schichtenbildung ist die Folge eines einseitigen Druckes.

Erstarrt die innere Gluthmasse der Erde an ihrer oberen, mit der

bereits festgewordenen Kruste in Berührung stehenden Seite dadurch, daß sie mittelst der warmen Quellen, der Krater der Vulkane und durch die Erdbeben fortwährend Wärme abgibt, so hebt sich die auf ihr schwimmende feste Decke in gleichem Maße. Die Erhebung der Erdkruste ist also hiernach eine Folge ihrer Abkühlung an der Basis. Weil seit Hipparchs Zeiten (140 v. Chr.) die Axendrehung der Erde nachweislich sich nicht verändert hat, so können beide in den letzten zweitausend Jahren nicht bedeutend vorgeschritten sein, was auch ganz natürlich ist. Dabei tritt der Meeresgrund der Erdoberfläche näher, das Meerwasser zieht sich mehr nach den tiefsten Stellen zurück, diese werden bei fortschreitender Erhebung auch des umgebenden Festlandes, von dem aus die Gewässer sich herabziehen, endlich ganz abgesondert, es entsteht ein sich verengendes Binnenmeer, das Wasser in ihm verdunstet um so schneller, je höher noch die Temperatur des ganzen Erdkörpers und je dünner noch die feste Erdkruste ist; der spärliche Zufluß vermag nicht mehr den durch Verdunstung entstehenden Abgang zu ersetzen; der Sättigungsgrad mit aufgelösten Salzen nimmt so zu, daß organische Wesen darin nicht mehr leben können; es erfolgen darin endlich Niederschläge, welche in Uebereinstimmung mit angestellten Versuchen nach der Zeitfolge der Ablagerung schichtenweise in der Reihenfolge von unten nach oben enthalten: Eisenoxyd, kohlensauren- und schwefelsauren Kalk, Chlornatrium oder Kochsalz und endlich die chlor- und bromsauren Verbindungen der Magnesia. Weil sich in den Salzlagern die Salze in dieser Reihenfolge wirklich vorfinden, so ist man vollkommen berechtigt, ihre Entstehung auf die Verdunstung von Meerwasser wirklich zurückzuführen.

Auch zu Staßfurth bei Magdeburg liegen die am schwersten löslichen Salze am tiefsten. In diesen Salzen befinden sich mikroskopische Reste von Pflanzen, in denen von Wieliczka aber, wo die Ablagerungen der miocenen Periode angehören, ist eine fossile Fauna (Molusken, Foraminiferen, Ostrakoden) mit begraben worden, weil hier die Mutterlaugensalze durch Süßwasserzuflüsse abwechselnd weggespült wurden. Dieses Salzlager wird überlagert von Salzthon mit Grünsalzkörpern (unförmliche Massen von grobem krystallinischen Steinsalz), von marinem Salzthone (Haselgebirge), es folgt mariner salzfreier bläulicher Tegel, mariner Tertiärsand, gelber Lehm (Löß, Diluvial) und noch das Alluvium der Weichselebene. — Bei dem Lager zu Staßfurth hat man in den Ueberlagerungsschichten werthvolle Abraumsalze, als Chlornatrium, krystallisirbare Kaliverbindungen, vorgefunden.

Als unmittelbar aus dem Wasser hervorgegangene Setzungsgebilde sind auch anzusehen alle Gesteine aus kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk und Talk, Sandstein, Kreide, Gyps, Sandstein, Thonschiefer und Schieferthon, dichter und körniger Kalkstein, Dolomit, Anthracit, Graphit und auch Konglomerate wurden erst theils durch Druck sich überlagernder Schichten, theils durch erhöhte Temperatur, theils durch chemische Vorgänge, welche eingedrungenes Wasser einleitete und auch aufsteigende Gase bewirkten, zu festen Gesteinen. Je länger und stärker diese Ursachen wirkten, desto bedeutender wurde die Umgestaltung.

Die meisten Setzungsgesteine, besonders die ältesten haben sich oft nicht ganz unbedeutend verändert: sie haben Bestandtheile theils verloren, theils neue aufgenommen; sie sind dichter, fester, schiefriger oder krystallinischer geworden. Wir können aus ihrem jetzigen Zustande allein nicht stets auf ihr Alter zurückschließen, weil eine lange Dauer der Einwirkung durch eine größere Kraft derselben ersetzt werden kann. —

Zu den Umwandlungsprodukten der ältesten Ablagerungen gehören krystallinischer Schiefer, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer. Sie enthalten keine untergeordneten Einlagerungen von Talkstein und Kohlen, also auch keine Reste von Pflanzen und Thieren wie diese. Gyps und Steinsalz wurden wieder ausgewaschen, wenn sie in ihnen vorhanden waren.

Es gibt freilich auch sehr alte Ablagerungen, welche bisweilen sehr wenig verändert wurden (z. B. die silurischen Thone in Nordrußland), aber nur dann, wenn sie niemals stark bedeckt wurden, wogegen selbst neuere bei mächtigen Ueberlagerungen ziemlich umgeändert worden sind.

Für die Hebungen der festen Erdkruste ist nicht blos die Abkühlung der glühend flüssigen Massen an ihrer Grundfläche wichtig, sondern auch der Chemismus in tieferen Setzungsschichten. In den unzugänglichen Tiefen der Erde befinden sich Silikatgesteine (u. a. Gneiß, Urthonschiefer), wie es die Auswürfe von Vulkanen beweisen. Aus großen Tiefen dringt ferner Kohlensäure hervor, wie es sich bei Bohrungen ergibt. Gelangt nun diese durch jene, so erfolgt eine durch die innere Erdwärme beförderte Zersetzung, welche bei manchen Basalten eine Vergrößerung des Rauminhaltes um das Doppelte, also auch eine bedeutende Hebung der überlagernden Erdrinde und Entstehung von Gebirgen meist nach einer gewissen Hauptrichtung erzeugte.

Daß die früher horizontal gelagerten Schichten bei den Hebungen von dem Erdinneren aus rings um die entstandenen Gebirge gegen

den Horizont eine Neigung bekommen mußten, ist wol selbstverständlich, sowie, daß dann die Lagerungen sehr wechseln, wenn Einsturze erfolgten.

Die ersten Setzungsgebilde lagerten sich zwar auf den festen Boden der ersten aus Granit und Gneiß bestehenden Erstarrungskruste ab, diese aber ist dann, durch den Druck herab in die tieferen Gluthmassen gepreßt, größtentheils wieder geschmolzen und endlich wenigstens zum Theil als Auswurfsmasse emporgedrängt worden. Der Gneiß ist wol das Gestein, welches das Verbindungsglied zwischen den ersten Erstarrungs- und Umwandlungsgesteinen enthält; der rothe ist Auswurfsgestein und schließt den grauen, welchen er durchbrochen hat, bisweilen ein. Die Gesteine, welche sich an der Gränze der Auswurfsgesteine befinden, sind durch die hohe Temperatur bei späteren Ueberlagerungen am meisten verändert worden.

Zu den wichtigsten Setzungsgebilden, welche umgewandelt worden sind, gehören unstreitig die Steinkohlenlager. Sie entstanden in den Zeiten ruhigerer Hebungen und Senkungen. Wenn sich auf dem aufgeschwemmten Schlamme und Sande, aus welchen später durch den Druck neuer Schichten darüber Thonschiefer und Sandstein wurde, im Laufe von Jahrhunderten eine riesige tropische Vegetation gebildet hatte, und es trat dann eine Senkung und Ueberlagerung durch Schlamm ein; so entstanden durch chemische Zersetzung und gewaltigen Druck unter Mitwirkung der inneren Erdwärme aus den erweichten kolossalen Faren, Kalamiten, Lykopodien, sowie aus den ungeheuer mächtigen Torfmooren, Flechten, Moosen und anderen Vegetabilien die Steinkohlen.

Noch vor den Kalksteinablagerungen der Jurabildung waren Wasserdampf und Kohlensäure in der Atmosphäre außerordentlich stark vertreten und begünstigten so eine mächtige Vegetation. Baumartige Farn, wie sie mit den Steinkohlenlagern (in den Thonschiefer und Schieferthon eingebettet) vorhanden sind, kommen jetzt höchstens noch auf den Aru-Inseln vor, wo sie eine Höhe von mehr als 30 Fuß erreichen. Durch kräftige hydraulische Pressen läßt sich jetzt noch der Torf zu einer steinkohlenähnlichen festen Masse zusammendrücken und aus See-Algen macht man durch Calcination eine zum Filtriren vortrefflich geeignete Kohle.

Auf der neuen Ueberlagerungsdecke entstand im Laufe der folgenden Jahrhunderte eine neue urkräftige Vegetation, die später dasselbe Schicksal erlitt, wobei übrigens Pflanzen auch aus den höheren Standorten in die Vertiefungen geschwemmt wurden, so daß die Steinkohlenlager bis-

weilen eine große Mächtigkeit erhielten, indem sie die früheren Thäler mulbenförmig ausfüllen.

Auf diese Weise findet man, indem sich dieser Vorgang innerhalb Jahrtausenden wiederholt hat, häufig mehre Kohlenflöze übereinander.

In der Eschweiler Kohlenmulde sind 44 in solcher Weise gelagerte Kohlenflöze abwechselnd mit Sandstein und Thonschiefer aufgeschlossen worden, von denen jedes mehr nachoben liegende neue Pflanzenarten enthält, so daß die eines tieferen Flözes in den höheren garnicht mehr vorkommen, in den benachbarten aber Uebergänge bemerkbar sind.

Die ganze Steinkohlenbildung bei Saarbrücken hat vom Liegenden bis zum obersten Hangenden nach der Berechnung aus den Lagerungsverhältnissen eine Mächtigkeit von mindestens 20000 Fuß. Die Schieferthonlager sind darin die mächtigsten.

Die meisten Kohlenflöze sind nur bis zu 6 Fuß mächtig, selten 30′ bis 50′ und bei einer ausnahmsweise noch größeren Mächtigkeit ist man versucht zu meinen, daß das Flöz bei einer späteren Hebung auf die hohe Kante gestellt worden ist. Die Lütticher Flöze sind 16,76 Meter mächtig, die an der Ruhr 40,84 M., in Staffordshire 46 M.

Daß die bei der Bildung der Kohlenbecken vorgekommenen Senkungen und Ueberlagerungen imganzen langsam und ruhig geschehen sind, dafür spricht nicht nur die meist so vollkommen gut erhaltene Blattform der in den Zwischenlagen untergegangenen Pflanzen, sondern auch der Umstand, daß man nicht selten noch grade stehende versteinerte Bäume vorfindet, welche bisweilen sogar durch mehre Schichten reichen und ebenso die auch hier gut erhaltenen Reste von Schalthieren.

Bei der Kohlenbildung zeigt es sich in sehr deutlicher Weise, daß eine Ablagerung durch erhöhte Temperatur und vergrößerten Druck oder durch ein tieferes Versinken sich mehr und mehr abänderte. Durch sehr allmählige Umwandlung wurde aus den Pflanzen zuerst Braunkohle, dann Schwarzkohle, Steinkohle, Anthrazit und zuletzt Graphit. Das Kohlenwasserstoffgas entweicht erst bei bedeutender Erwärmung, der Kohlenstoff bleibt zurück und geht erst dann wieder in das Pflanzenreich über, wenn er durch Verbrennen zu Kohlensäure wird, welche aber auch zur Zersetzung der Silikate dient.

In den Kohlenlagern finden wir die schon vor Millionen von Jahren wirksam gewesene lebendige Kraft der Sonne gewissermaßen aufgespeichert und wir entfesseln sie jetzt beim Verbrennungsprozesse, theils um uns die Wärme zu verschaffen, welche zu unserem Bestehen

nothwendig ist, und welche weder die Erde zu bieten noch die Sonne zu erregen vermag, theils um die Kraft für die Maschinen zu entwickeln, deren Benutzung uns die eigene Körperkraft zu sparen, die Geisteskraft höher zu entwickeln gestattet.

Da in allen Theilen der Erde Kohlenlager aufgefunden werden (z. B. kürzlich im Süden auf der mittleren Insel von Neuseeland bei Otipiri) so wird die darin gebundene Kraft für das Menschengeschlecht noch sehr lange vorhalten.*) Uebrigens aber geht die aus jeder mechanischen, physikalischen oder chemischen (z. B. bei der Verbrennung) Thätigkeit an der Erdoberfläche entspringende Wärme durch Strahlung (unsichtbare Aetherschwingungen) zum größten Theile in den Weltraum und ist für die Erde aufimmer verloren.

Aus der Schichtenbildung der Erdkruste können wir noch auf eine höchst merkwürdige aber naturnothwendige Thatsache schließen. Nachdem die Rinde bereits eine ziemlich bedeutende Dicke bekommen hatte, mußten in ihr theils wegen ihrer Zusammenziehung, theils wegen ihrer Hebung gewaltige Spalten oder Gänge entstehen. Hierbei trat der merkwürdige Umstand ein, daß durch spätere Hebungen der eine Rand des Spaltes über den anderen bisweilen mehre tausend Fuß gehoben worden ist. Wenn auch später Abspühlungen auf der höheren und Anspühlungen auf der tieferen Seite die Zerklüftung als solche jetzt nicht mehr als unmittelbar erkennen lassen; so zeigt doch die gleichmäßige Aufeinanderfolge der Schichtungen an den beiden Rändern mit Entschiedenheit die frühere Zusammengehörigkeit.

Wenn die bei den Hebungen entstehenden Spalten und Höhlungen etwas tiefer lagen oder bei Senkungen zu liegen kamen, so stürzten die Gewässer in sie und erzeugten furchtbare Dampfexplosionen; lagen sie aber höher, so drangen aus ihnen die Feuergebilde der Tiefe hervor: die neueren (unteren) durchbrachen die älteren über sich und führten Stücke davon mit sich in die Höhe, indem diese dann in jene eingeschmolzen sich vorfinden; z. B. Stücke des ältesten Granits in neueren,

*) Englands Vorrath von 80000 Millionen Tonnen würde bei einem Jahresbedarfe von 98 Mill. T. (1865) noch über 800 Jahre ausreichen, aber bei einem jährlich um etwa 3 Mill. T. wachsenden Bedarfe, würde die Erschöpfung schon vor 300 Jahren eintreten. Die Flöze des Ruhrbeckens mit 39000 Mill. T. würden bei dem jetzigen Verbrauche noch 5000 Jahre, das Kohlenbecken der Saar mit 43000 Mill. T. reicht bei 2½ Mill. T. Bedarf noch 17000 Jahre, die schlesischen noch 6000 Jahre aus. Auf der ganzen Erde werden jetzt mehr als 3000 Mill. Zentner gefördert, und die bekannten Lager würden bei gleichem Bedarfe noch 36000 Jahre vorhalten.

Gneiß in Porphyr, Glimmerschiefer in körnigen Kalk. Die untersten Gebilde liegen somit oft am höchsten: der Basalt durchbrach in mächtigen Krystallen die bereits festeren Schichten und die innere Gluth bildete sich, nachdem die Rinde dicker geworden war, eine große Menge (über 500) Vulkane, gewissermaßen als die Sicherheitsventile gegen eine Zersprengung des Ganzen.

Bei der schon ziemlich vorgeschrittenen Abkühlung des oberen Theiles der Erdkruste bildeten sich auch noch Spalten, welche weder durch zusammenhängende aus dem Erdinneren heraufdringende Massen, noch durch abgespühlte Stoffe von oben ausgefüllt wurden, sondern einige Zeit offen blieben, so daß die Seitenwände bald ziemlich abkühlten. Daß auch diese verhältnißmäßig nicht sehr breiten Gänge (12 Fuß und mehr) durch wirkliches Zerreißen der bereits vollständig erkalteten Gesteinmassen entstanden sind, zeigt sich recht deutlich sogar darin, daß die Erhabenheiten und Vertiefungen der einen Seitenwand (des Hangenden) beziehungsweise in die Vertiefungen und Erhabenheiten der anderen (des Liegenden) passen und daß, wenn der Gang ein geschichtetes Gestein durchsetzt, die Schichtenbildung zu beiden Seiten sich ganz gleichmäßig fortsetzt.

In diesem Falle sind die Gänge mit metallischen Erzen oft so ausgefüllt, daß an beiden Seitenwänden die Stoffe nach der Mitte hin eine gleiche Aufeinanderfolge zeigen. Es hat sich an die beiden Seiten der offenen und daher abgekühlten Kluft angesetzt z. B. zuerst weißer Quarz, dann folgt ein dunkler Bleiglanz (mit Silbergehalt), später legte sich daran eine Schicht weißen Kalkspaths oder wieder Quarz und in die noch übrig gebliebene Spalte setzte sich braune oder schwarze Zinkblende oder Kupferkies. Bisweilen wiederholen sich solche Schichten, wenn auch nicht immer in derselben Vollständigkeit der Stoffe.

Diese Thatsache ist ein Zeichen davon, daß die Ausfüllung durch aufsteigende gasige Stoffe geschah, welche sich an den kälteren Wänden sublimirten und dabei meistens die Krystallform annahmen. Ist der Spalt anfänglich nicht sehr tief gewesen, so sublimirten sich zuerst Gesteine an; setzte er sich dann aber nach der Tiefe fort bis zu den Schichten, wo die Metalle liegen, so drangen auch Metalldämpfe herauf.

Da die Ausfüllungsstoffe ein größeres spezifisches Gewicht besitzen, als die Silikate der Erdoberfläche und die vulkanischen Laven aus dem Erdinneren, so ist dieses eine deutliche Bestätigung der früher auf einer theoretischen Grundlage von mir aufgestellten Behauptung, daß es in der Erdkruste Mittelschichten mit dem größten spezifischen Gewichte geben muß.

Wenn die Gänge ursprünglich auch bis an die Erdoberfläche gingen, so sind sie durch spätere Ueberlagerungen jetzt unseren Blicken entzogen, falls nicht etwa zufolge späterer Hebungen die verdeckende Schicht wieder abgespühlt worden ist.

Bei dieser Gelegenheit will ich noch eine eigenthümliche Erscheinung erwähnen. Das Gold kommt oft ganz nahe der Erdoberfläche in gediegenem Zustande und in so merkwürdigen Gestalten vor, als wenn man nach der Volkssitte in manchen Gegenden geschmolzenes Blei am Sylvesterabende in Wasser ablöscht. In Kalifornien läßt man sich ausgesuchte Stücke der Art, wie sie sind, als Busennadeln einrichten. In der That hat, wie ich meine, die Erde solche Sylvesterabende gefeiert. Das Gold nimmt als eines der schwersten Metalle eine tiefe Lagerstätte (in der Gleichgewichtsschicht) ein und wird sich dort ungeachtet einer über seinen Schmelzpunkt gehenden Temperatur wegen des großen Druckes, den es erleidet, in einem festen Zustande sich befinden. Sowie aber der Erdspalt oder Gang entsteht, bringt es in einem flüssigen Zustande in den Schacht, weil der Druck auf dasselbe plötzlich bedeutend vermindert worden ist. Befindet sich nun der plötzlich entstehende Spalt unter einem Wasserzuflusse, so stürzt das Wasser hinein, löscht das hervorquellende Gold ab und seine in der Tiefe entstandenen Dämpfe schleudern die zerissenen Goldtheile an die Erdoberfläche, damit spätere Geschlechter die Habgier an ihm befriedigen. So scheint also das Vorkommen des Goldes in dieser Weise in der That eine Bestätigung von der aufgestellten Bildungstheorie der Erdkruste zu sein. In Neuseeland ist das Gold, in krystallinischen Schiefer eingeschmolzen, durch Erdspalten mit emporgedrungen und wird nun in den die tiefen Schluchten ausspühlenden Flüssen gefunden. Die oben angeführte Ansicht wird durch die Thatsache (Fox) bestätigt, daß überhaupt die metallhaltigen Gänge eine höhere Temperatur besitzen, als das umgebende Gestein. Weil die Ausfüllung der Gänge zuerst durch erdige, dann erst durch metallische Stoffe geschah, läßt sich annehmen, daß die Spaltungen erst nach und nach immer tiefer hinabgingen.

Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, daß die zutage liegenden Diamanten, wie man sie in neuester Zeit u. a. in Südafrika findet, in ähnlicher Weise auf die Erdoberfläche gelangt sind.

Fassen wir die obigen Betrachtungen über die Entwickelung des Erdkörpers zusammen, so erkennen wir an ihm fünf verschiedene Gebilde.

Zuerst hatte sich auf der Außenseite der glühend flüssigen Masse eine Erstarrungskruste gebildet, in welcher Kieselsäure und Thon-

erde am meisten vertreten sind; diese wurden an ihrer Oberfläche in verschiedener Weise aufgelöst und es entstanden die Setzungsgebilde. Unter dem Einflusse ihres Druckes, der inneren Erdwärme und des Chemismus gingen aus den Erstarrungsgebilden der Tiefe die Umwandlungsgebilde hervor. Bei dem weiteren Fortschreiten der Abkühlung bildeten sich als Erstarrungsprodukte an der Basis der noch nicht sehr starken Kruste plutonische Gesteine, welche vonunten die überlagernden Schichten durchbrachen und sich obenauf lagerten. Als dann bei größerer Dicke der festen Kruste weitumfassende Durchbrüche der Gluthmassen nicht mehr möglich waren, bildeten sich durch die verengende Hülle eine Menge von Kanälen und durch sie, als die Krater der Vulkane, stiegen und steigen jetzt noch die echt vulkanischen Gebilde bis auf die Erdoberfläche.

Die beobachteten echt vulkanischen Gesteinbildungen sind in der Regel neueren, die plutonischen aber älteren Ursprungs. Die Stufenreihe würde sein:

1) tiefplutonische — Granite und Syenite,
2) mittel- und oberplutonische — Porphyre und Grünstein,
3) unter- und echtvulkanische — Trachyte und Basalte.

Sowohl in den plutonischen als auch in den vulkanischen Gebilden sind nicht nur die Basen (Syenit, Basalt), sondern auch die Säuren (Granit, Trachyt) vertreten, was wir für die Entwickelung des organischen Lebens als außerordentlich wichtig erkennen werden. Ueberhaupt besitzen die festen Massen der Erdkruste durchaus nicht eine so große chemische Verschiedenheit, als man nach ihrem Aeußeren schließen möchte; es haben nur die bei ihrer Bildung in sehr verschiedener Weise einwirkenden Umstände so mannigfaltige äußere Merkmale hervorgebracht. Bemerkenswerth ist es hierbei, daß jedes Gestein, auch das dichteste, Wasser enthält, welches nicht selten in mikroskopisch kleinen Poren enthalten ist. Plutonische und vulkanische Thätigkeit lassen sich überhaupt nicht streng voneinander absondern, jene erzeugt ihre Produkte mehr in der Tiefe, diese an der Oberfläche; beide binden sich nicht an gewisse Zonen und beschränken sich auch nicht auf eine gewisse Entwickelungszeit der Erde, sondern zeigen sich in allen Gegenden und zu allen geologischen Perioden; ein Beweis, daß die glühend flüssigen Massen das ganze Erdinnere stets ausgekleidet haben und jetzt noch auskleiden. Wenn freilich feststeht, daß in keinem vortertiären Konglomerate sich Geschiebe von Basalt oder basaltischer Lava, wohl aber von Quarzporphyr oder Granit vorfinden, so sind die älteren vulkanischen Ge-

steine doch wohl etwas verschieden gewesen von den neueren, was auch natürlich, da jene bei einer höheren Temperatur und einem größeren Drucke einer anderen Atmosphäre entstanden sind. Es ist sogar höchst wahrscheinlich, daß die am frühesten erstarrten und abgelagerten Massen durch den Druck später entstandener in den Gluthmassen wieder heißflüssig wurden und dann aus der Tiefe in veränderter Zusammensetzung als Auswurfsgesteine hervorgetrieben wurden. Dieses wird dadurch fast zur Gewißheit, daß echt krystallinische Schiefergesteine durch unmerkliche Uebergänge mit denen, die als Setzungserzeugnisse erkannt sind, verbunden erscheinen; ferner daß die umgewandelten Steine sehr alt, ja die ältesten sind. — Die frühesten Setzungsgesteine sind durch allmählige Uebergänge mit solchen verbunden, welche krystallinisch wurden, wie Glimmer, Quarz, Feldspath, Hornblende u. s. w., so daß sie mit ihnen ein krystallinisch-körnig-schiefriges Gemenge bilden. Die zwischen ihnen befindlichen dichten Kalksteine sind auch körnig-krystallinisch geworden.

Auch die Auswurfsprodukte mußten durch die früher stoffreichere und wärmere Atmosphäre nicht unbedeutend verändert werden. Einem einzelnen Gesteine kann man es nicht ansehen, wie und wann es entstanden ist, man muß die Lagerungsverhältnisse und das Vorkommen in anderen Gesteinen wissen. Der Gneiß z. B. scheint vorzüglich verschiedenartigen Bildungszuständen unterworfen gewesen zu sein, er ist Setzungs-, Erstarrungs-, Auswurfsprodukt; vorzüglich aber scheint er in das Gränzgebiet zwischen den ersten Erstarrungs- und Setzungsgebilden zu gehören.

Die Basalt- und Trachytberge, welche wesentlich aus derselben Masse (Basite) bestehen, sind ohne Krater im heiß-flüssigen Erstarrungszustande hervorgedrängt und dann bloßgelegt worden; bisweilen füllt dieselbe Masse auch Gänge zwischen älteren Gesteinen aus. Sie stellen den Uebergang dar von den echt plutonischen zu den vulkanischen Gebilden, welche als Lava aus den Kratern der Vulkane strömen und je nach der Abkühlungsweise und den besonderen Einwirkungen theils ein verschiedenes Gefüge (kernig, porphyrartig, selten krystallinisch und glasartig), theils eine verschiedene Zusammensetzung (Feldspath oder Leucit, Hornblende, Glimmer, Augit, Olivin u. a.) besitzen.

Der Grünstein hat, wenn auch nicht wesentlich verschieden von dem Basalte, doch ein höheres Alter und zeigt eine mehr plutonische Entstehungsweise. Einer noch tieferen Bildung gehört der Syenit an.

Der echte Granit aber ist ein tiefplutonisches Gebilde und am

meisten verbreitet, hat aber auch sehr viele Abänderungen. Nur ausnahmsweise gehören Granite zu neueren Bildungen, sind aber selten jünger als die Steinkohle.

Weniger vollkommen krystallinisch entwickelt, aber ebenfalls plutonischer Natur, wenn auch nicht so tief plutonisch als die Granite, sind Granitporphyr, Quarzporphyr; neueren Ursprungs aber ist Trachytporphyr. Auch die Quarzporphyre bilden häufig Gänge zwischen älterem Gestein, namentlich Gneiß.

Schon die wenigen diesem Abschnitte gewidmeten Ausführungen lassen erkennen, daß die feste Erdkruste uns äußerst verwickelte Verhältnisse darbietet. Man kann aus örtlich angestellten Beobachtungen durchaus nicht Schlüsse ziehen, welche eine die ganze Erdkruste umfassende Giltigkeit haben könnten.

Aus den wiederholten Hebungen und Senkungen, welche in späterer Zeit kleinere Gebiete umfaßten, ergibt sich vielmehr, daß die Reihenfolge der Ablagerungsschichten nicht überall dieselbe sein kann, denn von den Erhebungen wurden die jüngsten Schichten abgespühlt und weitergeführt, und wenn auch in einer Zeit der Ruhe während der Senkung des Gebietes eine neue Ueberfluthung eintrat, so waren die Ablagerungsstoffe andere. Ferner ergibt sich, daß ganz benachbarte derselben Schichtungsgruppe angehörige Bildungen eine sehr verschiedene Mächtigkeit haben, ja sogar an manchen Orten fehlen, so daß also die Lage einer Schicht und ihre Mächtigkeit weder ihr Alter noch die Zeitdauer ihrer Bildung beurtheilen läßt. — Aus den Ablagerungen unter einer bestimmten Oertlichkeit kann man nur die Zeitfolge ihrer Bildung gerade nur unter dieser Gegend, nicht aber die Zeitabschnitte für die Entstehung auf der ganzen Erdkruste beurtheilen. Die Unterbrechungen der Ablagerungen wiederholten sich für verschiedene Orte zu verschiedenen Zeiten, so daß also die Setzungsschichten für verschiedene Orte durchaus nicht dieselbe Reihenfolge befolgen. Die Verhältnisse der Erdkruste sind also äußerst verwickelt und die Bildungszeit der einzelnen Bestandtheile kann nur durch vielseitige Vergleichung der Schichtenreihen an sehr verschiedenen Orten gewonnen werden.

Keine von den vorhandenen Schichtenreihen ist auf der ganzen Erdoberfläche eine vollständige; jede an einem bestimmten Orte müßte erst ergänzt werden durch Ablagerungen aus anderen Gebieten, und da wir nur erst sehr wenig kennen, so ist es immerhin etwas gewagt, jetzt schon ein ganz getreues Bild von dem Wachsthume der Erdkruste aufzustellen. Wir haben aber stets ein um so größeres wissenschaftliches

Bedürfniß, eine systematische Uebersicht aufzustellen, je verworrener uns die Ergebnisse vorliegen.

Zur Erlangung eines besseren Verständnisses für eine geschichtliche Entwickelung der Erde hat man jetzt ziemlich allgemein die folgende Reihenfolge der Setzungsgebilde aufgestellt, aber ohne dabei an scharf abgesonderte Bildungsgränzen zu denken.

Man unterscheidet von unten nach oben vier Zeiträume: den primären (Erstarrungsgebilde), sekundären (mit gewaltigen Schlammablagerungen, Buntsandstein, Muschelkalk, Steinsalzlager, Keuper, Jurakalk oder Oolith, Sandstein), tertiären (mit Gesteinen ohne einen eigenthümlichen mineralogischen Charakter, doch drei Hauptschichten), und quartären und in jedem derselben mehre Perioden.

I. mit sieben Perioden: 1) Erstarrungs-Periode, 2) erste Ablagerungs-Periode mit Umwandlungsgesteinen, 3) kambrische-, 4) Silur-, 5) Devon-, 6) Kohlen-, 7) Dyas-Periode. (Das Permsystem mit dem Rothliegenden, dem Kupferschiefer und Zechstein).

II. 1) Trias-, 2) Jura-, 3) Kreide-Periode.

III. 1) Eocen-, 2) Miocen-, 3) Pliocen-Periode.

IV. 1) Diluvial- und Neueste Periode (Alluvium) mit losen Bildungen, namentlich Dammerde, welche ein Gemisch organischer und unorganischer Stoffe ist, und mit Torf, welcher in durchschnittlich 30 Jahren um 6 Fuß nachwächst.

Ich würde die dem Zwecke dieses Buches gesteckten Gränzen allzuweit überschreiten müssen, wenn ich noch weiter ins Einzelne eingehen und z. B. die jeder einzelnen Periode besonders angehörigen Gesteinmassen, so wie die Uebergangsgebilde anführen wollte. Nur noch einige Bemerkungen mögen angeschlossen werden.

Der Basalt bildet vorzüglich das erste Erstarrungsgestein, der Gneiß die Uebergangsform zu den ersten Ablagerungen, welche tief unter silurischen und kambrischen Ablagerungen (in Kanada 18000 Fuß unter den tiefsten silurischen Schichten, 8 bis 10000 Meter unter dem Potsdamsandstein) im krystallinischen Kalksteine bereits die ersten Spuren des organischen Lebens in dem Eozoon, einer Foraminiferenart, in ungeheurer Menge enthalten. — Das Silursystem enthält von unten nach oben Gneiß, Sandstein, schwarzen Alaunschiefer (mit Triboliten), Kalkstein (mit Cephalopoden) und noch jüngere Schichten, welche meist verworren gelagert sind und nur etwa noch in Schonen und Dalekarlien (auch in Böhmen) eine wagerechte Lagerung haben, während sie an

den Abhängen einiger Berge Westgothlands, namentlich am Weenernsee noch regelmäßig wie Treppenstufen zutage treten. Oft sind sie von Auswurfgesteinen (wie Porphyren) durchbrochen und verändert. Das böhmische Silurbecken enthält sieben Stockwerke.

In der obigen Uebersicht befindet sich zwar eine besondere Kohlenperiode da eingereiht, wo ihre Entstehung am mächtigsten war, aber es ist ausdrücklich zu bemerken, daß die Kohlenbildung auf einen enger begränzten Zeitraum sich nicht beschränkte. Pflanzen waren in großer Anzahl mindestens schon in der Silurperiode vorhanden und von da an auch Ablagerungen und zwar zunächst im Graphit und den krystallinischen Schiefern.

Ebensowenig beschränkte sich das Steinsalz auf eine bestimmte Bildungsperiode. Nach einer Entdeckung im Staate New-York geht es zurück bis in die Silurperiode, häufiger aber wird es in der Dyasperiode. In den Alpen gehören seine Lager der Triasperiode, in den Karpathen aber den viel jüngeren Ablagerungen an. In den letzteren hat man sogar Austernschaalen gefunden, welche entschieden zu den tertiären Meereskonchilien gehören. Wenn es in einzelnen Setzungsschichten fehlt, wie u. a. in den ältesten krystallinischen Schiefern, so ist es wieder ausgewaschen worden und hat sich dann in neu entstandenen Meeresbecken, die allmählig ein abgeschlossenes Binnenmeer bildeten, wieder krystallisirt.

Es ist wol selbstverständlich, daß sich bei den wiederholten Hebungen und Senkungen, Ab- und Anspülungen die Form der Länder und Meere wiederholt außerordentlich geändert hat, ehe sie die heutige Gestaltung angenommen haben.

c) Besondere Zustände und Ereignisse.

α) Die Erdbeben.

1. Ihre Theorie.

Ehe wir diese höchst unheimliche und vernichtende Erscheinung auf ihre wahren Gründe zurückführen, müssen wir in allgemeinen Umrissen ein Bild von ihr entwerfen.

Abgesehen davon, daß manche wilden und zahmen Thiere vor dem Ausbruche eines großen Erdbebens eine gewisse Unruhe verrathen, oder daß die Affen (Caraccas 1812) durch ein gewaltiges Geheul ein ge-

wisses Vorgefühl zeigen, gehen den Erdbeben keine besonderen Erscheinungen voraus. Plötzlich erbebt der Erdboden in einzelnen Stößen, welche sich von einem gewissen Punkte aus meist in der Richtung der Gebirgszüge fast stets wellenförmig fortpflanzen und bei Wiederholungen ihre frühere Richtung beibehalten. Die Wellen gehen häufig in derselben Richtung, in welcher sie ankamen, von diesem Endpunkte aus wieder zurück oder schwanken zwischen zwei Orten hin und her.

Ist eine Schallerscheinung vorhanden, so besteht sie entweder in einem unterirdischen Krachen, oder in einem donnerähnlichen Rollen, oder in einem einfachen Knalle. Selten hört man ein unterirdisches Geräusch, ohne daß ein Erdbeben stattfindet, öfterer aber tritt der umgekehrte Fall ein, besonders bei größerer Entfernung von dem Hauptherde der Erscheinung.

Wichtig für die Erforschung des Wesens der Erdbeben waren in dieser Beziehung die Wahrnehmungen, welche man während 169 Tagen und namentlich vom 26. November 1869 bis Ende November zu Groß-Gerau in Hessen zwischen Darmstadt und Mainz bei mehr als 600 Erbebungen gemacht hat. Am 16. November zählte man daselbst 112 Stöße. Die Erschütterungen waren anfänglich von einem Schalle begleitet wie das leise verschwindende Rollen eines entfernten Donners, oder sie trugen einen dumpfrollenden, wie von einem entfernten Geschützdonner herrührenden Charakter; dann waren sie mehr geräuschvoll und stoßartig; zuletzt erschienen sie als nur augenblickliche und kurz abgebrochene Explosionen mit lothrechten Stößen, auf welche blos ein schwacher kurzabgebrochener Donner folgte.

Die begleitenden Umstände der Erdbeben sind außerordentlich verschieden: Quellen und Flüsse wechseln die Farbe, führen Schlamm mit sich, verändern den Lauf, versiegen oder werden mächtiger; Gewässer, selbst Seen entstehen; Länderstrecken versinken, werden verschoben, gehoben, bekommen Spalten, aus denen Schlamm, Wasser, Sand, Staub, Luft hervordringt; Berge bekommen Risse, rutschen oder verlieren ihre Gipfel; Felsen gerathen in schaukelnde Bewegung; alte Vulkane erwachen zu erneuter Thätigkeit, neue entstehen; Flammen erscheinen, und zwar sogar über dem Meere, welches wegen der aufsteigenden Luftblasen zu kochen scheint; der Meeresgrund hebt sich, es dringt Lava aus ihm hervor; nicht selten wird die Luft elektrisch, die Magnetnadel verliert ihre Polarität (bei St. Helena in der Nacht vom 8. zum 9. November 1868); das Barometer fällt (am 17. November 1869 in Bonn um

$4^1/_2$ Linien, am 23. August in Valparaiso) und steigt dann sogleich wieder bis zu seiner früheren Höhe.

Daran schließen sich noch eine Reihe zumtheil sehr geheimnißvoll erscheinender Thatsachen. Selbst bei solchen Erdbeben, welche gar keine gewaltsamen Zerstörungen hervorbringen, treten auffallende Bewegungen leichterer Gegenstände ein: Waaren gleiten von Gestellen herab (17. November 1868 in Köln) leicht bewegliche Gegenstände verschieben sich selbst auf horizontalen Tischen (17. März 1869 in Bonn, 2. Oktober in Neuwied), der Schnee fliegt von den Dächern (31. October 1869 in Darmstadt), selbst Kinder von den Stühlen (20. Januar 1869 in Darmstadt), Arbeiter müssen sich an den Baugerüsten festhalten, um nicht herabgezogen zu werden (Köln), Thüren schlagen wie vonselbst zu (2. October 1869 in Hennef), Leute in der Stube mußten sitzend sich festhalten (1. November 1869 in Eberstadt bei Darmstadt), oder von den Stühlen aufspringen (31. October 1869 in Gießen), um nicht zu fallen, andere flogen stehend eine Strecke fort (2. November 1869 in Frankfurt), Schiffe wurden am Rhein vom Anker gerissen (3. November 1869 bei Erfelden). Schellen und Glocken ertönen ohne besonderen Anstoß, Uhrgewichte und hängende Lampen gerathen in Schwingungen; man hat auch bemerkt, daß letztere aufwärts springen, und daß selbst auf Stühlen sitzende oder im Bette liegende Menschen emporgeschnellt werden, oder daß sie wenigstens das Gefühl haben, als geschähe es.

Die allerwunderbarste, furchtbar unheimliche und verderbenbringende, für die aufzustellende Theorie äußerst wichtige Thatsache aber ist, daß bei starken Erdbeben das Meer nach Westen zurückweicht, sich zu einer bisweilen 60 bis 80 Fuß hohen Welle aufthürmt und eine nach Westen fortschreitende Bewegung annimmt. Daß die erste Welle über den von ihr oft bloßgelegten Meeresboden zurück nach der Küste stürzt und dann wegen der Stauungen noch einige schwächer werdende Nachfolger hat, ist selbstverständlich. Die Verwüstungen solcher Erdbebenwellen sind über alle Beschreibung furchtbar. Am 7. Juni 1692 wurde auf Jamaika durch die Welle eine große Fregatte mitten unter die Häusertrümmer von Kingston niedergesetzt. — Am 18. October 1746 strandeten in Lima mehre Schiffe eine Stunde landeinwärts, nachdem sie über die vernichtete Hafenstadt Callao durch die Welle waren getragen worden. Die Verheerungen an der westamerikanischen Küste aus dem Jahre 1868 sind uns in frischem Andenken. — Sehr wichtig für die Theorie ist auch die hierher gehörige Thatsache, daß am 21. October 1868 das Meer in dem Hafen vor Kronstadt ohne

irgend ein bemerkenswerthes Anzeichen und bei ganz gewöhnlichen Witterungsverhältnissen plötzlich um 4 Fuß sank, indem es sich nach Westen zog. Später lief die Nachricht ein, daß Kalifornien an diesem Tage von einem bedeutenden Erdbeben heimgesucht worden war.

Bei dem Erdbeben von Lima 1586 soll sich eine Welle von 84 Fuß Höhe aufgethürmt haben, vor Kadix im Jahre 1755 eine von 60 Fuß, die an der Westküste Amerikas am 13. August 1868 erreichte 40 Fuß Höhe. Am 4. Oktober 1860 bildeten sich in der Nähe von Gilolo bei völlig glatter See 10 bis 12 Wellen, die sich durch dumpfes Rauschen ankündigten. — Bei dem Erdbeben gegen Ende November 1869 in Ungarn bemerkte der in Verbaß gegenwärtige Inspektor des Franzenskanals, wie das Wasser trotz des stillen Wetters mit großem Getöse aufbrauste und wie die Wellen einseitig über das mehre Klaftern hohe Ufer bis an die Häuser schlugen. — Wasser wird in Wohnungen auch aus Gefäßen geschleudert.

Selbst die Atmosphäre zeigt in der Regel eine heftige Bewegung von Osten nach Westen und macht die Fenster erzittern, wenn auch die Bewegung der Häuser selbst nur unbedeutend ist. Bei dem heftigen Erdbeben, welches am 21. August 1869 Schemacha in Kaukasien fast ganz zerstörte, stürmte eine dichte Staubwolke von Osten nach Westen dahin. — Schien es doch einem ganz unbefangenen und wissenschaftlich gebildeten Beobachter in der Rheingegend, als ob er beim ruhigen Stehen mitten in der Stube durch eine unsichtbare Gewalt von Osten nach Westen gezogen würde. — Höchst beachtenswerth ist die auch im westlichen Deutschland beobachtete Thatsache, daß hängende Spiegel sich unten von der Wand handbreit entfernt haben, ohne daß das Gebäude eine so schiefe Lage gehabt hat.

Außerdem steht noch fest, daß nicht wenige Personen während eines Erdbebens von einem gewissen Schwindel oder sogar von einer Ohnmacht befallen werden, ohne daß diese Zustände als die Folgen des Schreckens anzusehen sind. Einem Beobachter in Darmstadt schien (am 1. Oktober 1869 früh 4½ Uhr) sein Bett wie ein Kahn zu schaukeln und einem anderen in Gießen kam es vor, als säße er mit Stuhl und Schreibtisch auf einem sanft schaukelnden Kahne.

Alle diese und andere damit zusammenhängende Thatsachen lassen sich naturgesetzlich, wie mir scheint, höchst einfach erklären, wenn wir Folgendes festhalten:

Die Erde ist eine mit Gasen erfüllte Hohlkugel, deren äußere abgekühlte feste Kruste mit allen ihren großen und

kleinen Wasserbecken und Wasseradern auf einer feurig-flüssigen Masse schwimmt (wie etwa in Moorgegenden eine Rasendecke auf Wasser), wobei sie an ihrer Basis sehr zerklüftet ist und eine Menge aufgetriebener gas- und dampferfüllter Hohlräume besitzt, welche sich namentlich in der Richtung der Gebirgszüge fortsetzen, wenn sie auch von diesen meist durch Scheidewände getrennt sind. Solche Hohlräume reichen oft bis nahe an die Erdoberfläche, z. B. im Harze, in Westfalen, Belgien, Mähren, besonders im österreichischen Karstgebirge, wo sie zusammen eine Länge von 40000 Klaftern haben (die Adelsberger allein 3080 Klafter).

Wie es da unten in der unergründlichen Tiefe „ewig wallet und siedet und brauset und zischt" können wir nur mit unserem geistigen Auge an den sehr abgeschwächten Folgen erkennen, welche sich unserem leiblichen Auge an der Oberfläche der Erde bei den Erdbeben abspiegeln.

Hören wir ein unterirdisches Krachen, so stürzt ein Theil der inneren bereits festgewordenen Rüstung zusammen; vernehmen wir eine Detonation wie von einem entfernten Geschütze, so erfolgte zufolge des Andranges von Glutmassen in gaserfüllte Räume in den Eingeweiden der Erde oder zufolge elektrischer Entladungen, wie sie auch bei den Vulkanen in den aufsteigenden Dampf- und Luftströmen (auch aus zersetztem Wasser) vorkommen, eine Explosion, welche wir wegen der langsameren Fortpflanzung des Schalles bisweilen (am 23. Januar 1869 in Schweden) erst am Ende des Erdbebens hören; glauben wir einen rollenden Donner wahrzunehmen, so pflanzt sich der Schall in den inneren Hohlräumen, namentlich der Gebirgszüge fort, bricht sich und wird zurückgeworfen. Je später wir den Schall nach der wahrgenommenen Bewegung hören, desto tiefer und entfernter liegt der Schauplatz des die Erschütterung bewirkenden Ereignisses. Leider liegen darüber keine bestimmten Angaben vor, um an sie eine Berechnung zu knüpfen. Bisweilen ist ein Getöse wahrnehmbar, ohne daß ein Erdbeben eintritt (Cabrizal Bajo), oder es wird ein Erdbeben empfunden, ohne daß man ein Getöse hört. In jenem Falle wird die Veranlassung hoch, in diesem aber tief liegen, oder nicht einmal durch eine Explosion, sondern von der Bewegung der inneren Glutmassen veranlaßt sein.

So viel aber ist klar, daß sowohl Explosionen als auch das Zusammenstürzen fester Massen in der Tiefe das unter der Erdkruste befindliche Meer der glühendflüssigen Masse nur dann zu einer wellen-

förmigen Bewegung anregen können und auch werden, wenn das Erdinnere hohl ist.

Die akustischen Erscheinungen, welche sich seit dem 26. October 1869 bei den vielen Erdbebungen unterhalb Groß-Gerau zeigten, weisen deutlich auf ein allmähliges Zusammenstürzen der inneren Höhlungen hin, so daß schließlich nur ein Raum vorhanden war, in welchem die Gasexplosionen stattfanden, wodurch die lothrechten und gefährlichen Hebungen entstanden, während früher die Bewegungen mehr fortschreitend wellenförmig waren.

An dem eigentlichen Ausgangspunkte, welcher meistens unter einem Gebirgszuge, namentlich unter einem Gebirgsstocke' (auch unter dem Meeresspiegel) sich befindet, nimmt man einen senkrechten Stoß wahr, welcher meist nur von kurzer Dauer ist, sich aber in vielen Fällen wiederholt.

Die weitere Fortpflanzung geschieht mit einer wellenförmigen Bewegung des Festlandes, zu der es gezwungen wird durch die aus dem Stoße auf das innere Glutmeer in diesem entstandene Wellenbewegung. Ein solcher Stoß wird vorzüglich auch durch tiefliegende Explosionen erzeugt. Diese die Bewegung der inneren Glutmassen treu abspiegelnde Fortpflanzungsweise ist die gewöhnliche. Großartig war die Wellenbewegung der Erdoberfläche u. a. am 12. März 1812, wodurch Caraccas zerstört wurde.

Wenn die Bewegung der inneren Glutmassen an zwei einander gegenüberstehenden Hervorragungen der festen Kruste ein Hinderniß vorfindet, so gerathen sie und das Erdreich über ihnen in eine schaukelnde Bewegung. So geschah es bei Tacna am 13. August 1868, ebenso schaukelten am 4. September die Cinchainseln mit ihren Felsen von Osten nach Westen und umgekehrt; und am 17. November 1868 war auch bei Bonn die Bewegung schaukelartig.

Wenn bei Erdbeben die inneren Glutmassen in eine wirbelnde Bewegung gerathen, so spiegelt auch diese an der Erdoberfläche sich ab, z. B. bei dem Erdbeben am 20. Februar 1818 in Sizilien, am 19. Februar 1820, durch welches Zante zerstört wurde; am 19. November 1822, welches Valparaiso heimsuchte.

Wenn auch bei dem Erdbeben am 21. August 1869 in Kaukasien die Bewegung vorherrschend eine wellenförmige war, so trat doch dabei der merkwürdige Fall ein, daß die Wellen wie auf dem Meere einander kreuzten.

Wie ferner eine wirkliche Zurückwerfung der Wellenbewegung des

Erdreiches stattfindet, hat sich recht auffallend beim kaukasischen Erdbeben am 10. Dezember 1868 gezeigt, wobei die Welle von Südost nach Nordwest und dann entgegengesetzt lief. In Ungarn ging sie am 15. Dezember 1868 von Ost nach West und am 17. Dezember umgekehrt; in Quito waren die Stöße vom 15. bis 19. August 1868 genau entweder von Norden nach Süden oder umgekehrt gerichtet. In Darmstadt gingen am 13. Januar 1869 die zwei ersten Stöße von Süden nach Norden, der dritte als Rückprall in umgekehrter Richtung. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß die Beschaffenheit des Erdinneren den von Explosionen begleiteten Erdbeben die Richtung der Verbreitung anweiset.

Nun aber das geheimnißvolle Zurückweichen des Meeres nach Westen, das Herabgleiten der Gegenstände selbst von horizontalen Unterlagen ohne die sonst dazu erforderliche Neigung und Erschütterung, der selbst von Menschen empfundene unwillkührliche Zug und Drang nach Westen und das Gefühl des Schwindels!

An diese Erscheinungen knüpft sich recht eigentlich meine Auffassung von den bewegenden Ursachen bei den meisten Erdbeben. Nach dieser Richtung ist mir eine von A. Perrey angestellte Untersuchung über die Zeit des Auftretens bedeutender Erdbeben äußerst werthvoll geworden. Er hat nämlich aus der Vergleichung der Zeit, in welcher Erdbeben erschienen sind, mit der Stellung des Mondes und der Sonne zur Erde unter Benutzung von mehr als 5000 Fällen die auffallende Thatsache ermittelt, daß die Erdbeben zur Zeit des Neu- und Vollmondes weit häufiger auftreten, als während der Mondviertel, ferner daß sie häufiger sind während der Mondnähe als während der Mondferne, und daß sogar die Kulmination oder der höchste Stand des Mondes über dem Horizonte in einiger Beziehung zu dem Ausbruche eines Erdbebens steht. — Außerdem ist aber auch noch ermittelt (Merian), daß sogar die Stellung der Sonne nicht ohne Einfluß ist auf die Häufigkeit der Erdbeben, denn im Winter (und Herbste), also in der Sonnennähe, ist deren Anzahl größer, als im Sommer (und Frühlinge). Auffallend ist es auch, daß sie mehr in der Nacht, als am Tage auftreten, vielleicht weil in dem Bestreben das Gleichgewicht der Wärme für den ganzen Erdkörper stets zu erhalten, die innere Erdwärme nach der kälteren Nachtseite hingetrieben wird.

Der Zusammenhang zwischen diesen Thatsachen ist nicht schwer zu erkennen. Gleichwie nämlich der Mond in den Meeren der Erdoberfläche durch seine Anziehungskraft oder Gravitation, wie man sich aus-

zudrücken pflegt, eine Wasserflutwelle erzeugt, so muß er diese Kraft auf die flüssige Masse im Innern der Erde auch geltend machen. Wäre nun die Erde eine Vollkugel, so würde dessenungeachtet die Lage der Glutmasse nicht die geringste Aenderung erleiden können, oder es wäre nirgends eine größere Anhäufung derselben möglich; ist sie aber, wie ich angegeben habe, eine Hohlkugel, so kann die das Innere auskleidende Masse dieser Anziehung wirklich folgen, wird sich dem Monde zunächst ansammeln und wird dort eine innere Welle bilden, welche ihre erhabene (konvexe) Seite der Erdaxe zuwendet.

Der Umstand, daß auf der Erde die Gebirgsketten, die Vulkanreihen und die Spalten bei einer geringen Breite eine bis hundertfach größere Längenausdehnung haben, weiset darauf hin, daß die hebenden Kräfte im Erdinneren auch eine Längenrichtung verfolgen, und das Letztere wird klar, wenn wir das Erdinnere hohl und an der Basis der festen Kruste eine glühend flüssige Masse annehmen, welche durch besondere Umstände veranlaßt Längenwellen bildete und dadurch die Erhebungen beförderte. Der Rio-Colorado fließt zwischen dem Felsengebirge und der Sierra-Nevada in einem solchen Erdspalte des nordamerikanischen Kontinents, welcher auf 600 Meilen Länge 3000, ja stellenweise 5 bis 7000 Fuß hohe und senkrecht stehende Seitenwände hat.

Es ist ferner naturnothwendig, daß die aus den glühenden Massen nach dem allgemeinen Gesetze der Massenanziehung gebildete innere Flutwelle das grade über sich auf der Erdoberfläche befindliche Wasser zu einer mit ihr gleichliegenden Flutwelle ansammeln muß, so daß diese Welle, die Erdbebenwelle mit der durch den Mond zu jeder Zeit erzeugten gewöhnlichen Flutwelle genau zusammenfällt, und daß beide auf der Erdoberfläche eine einzige äußere Wasserwelle bilden, die dem Monde die erhabene Seite zuwendet. Es muß die gewöhnliche Mondflutwelle durch die Erdbebenflutwelle um so mehr verstärkt werden, je mächtiger die Anhäufung der Massen in der inneren Welle ist.

Weil die Erde sich von Westen nach Osten um die Axe dreht und die innere Glutwelle dabei stets dem Monde gegenüber bleibt, so muß letztere für einen bestimmten Punkt der Erdoberfläche stets nach Westen zurück zu gehen scheinen; da ferner die Wasserwelle auch bei der Drehung der Erde stets über der Glutwelle bleibt, so muß auch die Erdbebenwasserwelle nach Westen gehen. Auf diese ganz einfache und naturgemäße Weise ist das oben angeführte geheimnißvolle Zurückweichen des Meeres, sowie die Bewegung aller leicht schiebbaren Gegenstände, welche auch nur der Gravitation zu der inneren Welle folgen, erklärt.

Weil bei der großen Sonnenfinsterniß am 18. August 1868 der Mond unserer Erde so nahe kam, wie kaum in Jahrhunderten, so darf es nach dem Gesagten nicht mehr befremden, daß der Ausbruch des großen amerikanischen Erdbebens nur wenige Tage vorher (am 13. Aug.) eintrat. Man kann überhaupt annehmen, daß auf 18 Sonnenfinsternisse 13 Erdbeben kommen, wenn auch nicht genau immer an demselben Tage; denn die innere Welle kann entweder kurze Zeit vorher schon die Basis der Kruste zernagt haben oder es gelingt ihr erst einige Zeit nachher.

Während die gewöhnliche Mondflutwelle auf der Erdoberfläche wegen der vielen Hemmnisse durch das Festland nicht ungehindert ringsum wandern kann, findet die innere Glutwelle nur an den Gasen einen kaum merklichen Widerstand. Es ist also leicht erklärlich, daß letztere unter dem allmählig sich summirenden Einflusse des Mondes und der Sonne zu den Zeiten des Neu- und Vollmondes und zu den Zeiten der größten Annäherung des Mondes an die Erde die glühendflüssigen Massen der inneren Welle eine bedeutende Mächtigkeit erlangen und unter Mitwirkung der Spannkraft der inneren abgesperrten Gase sowie der Fliehkraft einen gewaltigen Druck auf die untere Seite der festen Erdkruste auszuüben fähig sind.

Aus diesem Umstande ist es auch erklärlich, daß die durch den Mond erzeugte Flutwelle der glühenden Massen im Erdinneren die Lavaströme der Vulkane täglich zweimal verstärkt, wobei die folgenden verstärkten Abflüsse sich grade wie bei den Wasserflutwellen immer mehr verspäten, da der Mond täglich gegen 13 Grade im Sinne der Axendrehung der Erde oder von Westen nach Osten vorschreitet, und ein bestimmter Ort täglich immer fast eine Stunde später die Erdbebenwelle unter sich hat. Die Beobachtungen beim Vesuv im Mai 1855 und im März 1868 haben dieses recht deutlich erkennen lassen.

Da übrigens die Veranlassung zu einer so großen Flutwelle der inneren flüssigen Massen auch noch einige Zeit nach jener Sonnenfinsterniß fortdauerte und die Welle bei der Axendrehung der Erde auch unter die übrigen Theile der festen Kruste kam, so konnte dieselbe dem andauernden Andrange an verschiedenen Stellen endlich auch nicht mehr widerstehen und daraus entwickelten sich später in allen Theilen der Erde noch größere oder kleinere Erschütterungen und auch zum Theil eine lebhaftere Thätigkeit einzelner Vulkane, namentlich solcher, deren Krater tief genug hinabgehen. Selbst in Gegenden mit erloschenen Vulkanen wurde endlich die untere festgewordene Scheidewand

zwischen der inneren Glut und den darüber befindlichen Hohlräumen durchbrochen.

Am 5. Oktober 1869 trat der Mond wieder in den Punkt seiner größten Erdnähe und fast gleichzeitig in den Aequator, während die Sonne sich nur wenige Grade südlich davon befand. Die Folge davon war ein vermehrter Andrang der inneren Glutwelle an die Basis der Erdkruste, was sich durch Ausbrüche von Vulkanen, z. B. das Colima in Mexico und durch Erdbeben in Amerika und Europa zeigte (am Rhein bereits in der Nacht vom 2. zum 3. Oktober, wobei die vulkanische Eifel den Ausgangspunkt bildete.) An demselben Tage drängte sich auch eine verheerende Wasserflutwelle an die Ostküste Amerikas. Dieses sind willkommene Bestätigungen der obigen Theorie.

Am 2. November 1869 Abends 7 Uhr trat der Mond wieder in die Erdnähe und der Neumond traf auf den 4. November, und aus dieser Zeit schreibt sich ebenfalls ein großer Erdbeben-Cyclus, welcher vorzüglich die schon früher aufgeregte Rheingegend aufsuchte und sich Groß-Gerau als Hauptsitz wählte.

Der Grund für die Entstehung der Erdbeben darf also nicht mehr, wie man bisher vielfach angenommen hat, blos in der Thätigkeit der Vulkane gesucht werden; diese ist vielmehr in einem weit höheren Grade eine Folge von jenen. Die Thätigkeit der Vulkane ist eine meist für sich bestehende und erzeugt nur in ihrer nächsten Umgebung einige Erschütterung, während das Gebiet der Erdbeben, wie es sich auch ganz einfach aus der obigen Darstellung ergibt, ein oft sehr umfangreiches ist, ja die ganze Erde ergreift.

Auch die gleichzeitigen Stöße in verschiedenen Gegenden (z. B. im westlichen Deutschland in den Jahren 1868 und 1869), ohne daß dazwischen liegende berührt werden, und der Umstand, daß die auf engere Kreise beschränkten Bewegungen nicht immer mit Geräusch verbunden sind, sprechen für eine tiefer liegende Ursache der Erdbeben.

Die oben angenommene Veranlassung zum Ausbruche von Erdbeben wird nach meinem Dafürhalten zu einer zweifellos sicheren durch die namentlich bei dem amerikanischen Erdbeben vom Jahre 1868 entdeckte Beziehung der Zeit des Fortschrittes der Erdbeben-Meereswelle von der Westküste Amerikas aus nach Neu-Seeland und Neu-Holland auf die Zeit, in welcher die gewöhnliche Mondflutwelle ihren Weg zurücklegt.

Schon 1854 ist bei dem Erdbeben von Simoda ermittelt worden,

daß die Geschwindigkeit der Erdbebenwelle mehr als 80 deutsche Meilen betragen haben muß.

Ein in der Royal-Society zu Melbourne gehaltener Vortrag hat dargethan, daß die große Welle vom 15. August 1868, welche an die Küsten von Neuseeland schlug, den Weg von 6894 englischen (1475 deutschen) Meilen in 18 Stunden, also in 1 Stunde 383 englische oder fast 82 deutsche Meilen zurückgelegt hat.

Die Erdbeben-Welle, welche von der peruanischen Küste am 13. August 1868, 5 Uhr 15 Minuten nachmittags ausbrach, erreichte den Hafen von Littleton (Lyttelton) auf Neuseeland am 15. August, 5 Uhr 45 Minuten vormittags, aber wegen des Längenunterschiedes ist die Zeit 5 Uhr 15 Minuten nachmittags am 13. August für Littleton der 14. August 12 Uhr 32 Minuten, so daß die Welle zur Zurücklegung des ganzen Weges von 1530 (für andere Küstentheile 1555) deutschen Meilen etwa 19 Stunden 18 Minuten gebraucht, also eine Geschwindigkeit von 80½ Meilen in 1 Stunde gehabt hat. Wenn man die nicht immer absolut genaue Richtigkeit der Uhren berücksichtigt, so gibt dieses doch eine ziemlich genaue Uebereinstimmung mit den früheren Angaben. Das werthvollste Material in dieser Beziehung hat Hochstetter in seinem der Wiener Akademie der Wissenschaften am 21. Januar 1869 vorgelegten Berichte geliefert. Ich gebe in der folgenden Tabelle übersichtlich einige Ergebnisse seiner Berechnungen.

Von Arika bis	Zeitdauer der Fortpflanzung		Geschwindigkeit in einer Stunde	Mittlere Meerestiefe.
	Stunden	Minuten		Faden
Valdivia	5	—	284	1160
Chatham-Inseln	15	19	360	2212
Littleton (Neuseeland) . .	19	18	316	1555
Newcastle	22	28	319	1598
Apia (Samoagruppe) . .	16	2	358	2181
Hilo (Sandwich-Inseln) . .	14	25	329	3665
Honolulu	12	37	442 (429?)	—

In der zweiten Spalte sind die Zeiten angegeben, welche die Welle zur Fortpflanzung zwischen dem in der ersten enthaltenen Orte gebraucht hat. Aus der Entfernung dieser Orte und der Zeitdauer der Fort-

pflanzung läßt sich die in der dritten Spalte angeführte Geschwindigkeit der Welle berechnen. Daß diese Geschwindigkeit und die damit zusammenhängende Wellenbreite verschieden ist, hat seinen gesetzlichen Grund in der Verschiedenheit der Meerestiefe, deren mittlerer Werth für die einzelnen Fälle in der vierten Spalte angegeben ist.

Aus den letzteren Zahlen ergibt sich das bemerkenswerthe, durch die wenigen im Pacifischen Ozeane bisjetzt vorgenommenen Tiefmessungen aber bestätigte Resultat, daß die Meerestiefe vom Aequator aus nach den beiden Polen hin abnimmt, daß also die jetzt in einem festen Zustande vorhandenen Bestandtheile der Erde früher vorhanden waren, als die Gewässer, indem sie zeigen, daß sie zuerst und am meisten der Schwungkraft bei der Axendrehung gefolgt sind.

Die obigen Berechnungen zeigen, daß zwischen Arika und Newcastle 22 Flutstunden, zwischen Arika und Apia 16, zwischen Arika und den Sandwichinseln deren 13½ liegen. Durch diese Thatsachen möchte die von mir aufgestellte Erdbebentheorie wohl über jeden Zweifel erhaben sein. Auf sie allein nur können aber auch alle anderen dabei hervortretenden Umstände leicht zurückgeführt werden.

Die Erdbeben sind an gewisse Zonen durchaus nicht gebunden, sondern sie treten ebensowol in den kalten wie in den gemäßigten und in der heißen Zone auf. Sie sind ferner ganz unabhängig von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche: sie lassen sich durch Thaleinschnitte und Tiefebenen ebensowenig als durch Gebirge, selbst wenn sie Urgebirgsmassen enthalten, auch nicht durch Seen, Flüsse und Meere in ihrer Verbreitung hindern; ja sie entstehen sogar häufig unter dem Meeresboden, weit entfernt von den Küsten. Am 13. August 1868 nahm man 600 Meilen entfernt von der amerikanischen Küste, und bei dem Erdbeben, welches 1816 Lissabon wieder berührte, 270 Seemeilen entfernt das Krachen unter dem Meeresspiegel wahr. Daraus folgt, daß der Ursprung der Erdbeben in der That nicht in dem oberen Theile der festen, verhältnißmäßig wenig dicken Erdkruste und auch nicht in den Vulkanen zu suchen ist. Man kann blos sagen, daß sie in großen weiten Ebenen mit tiefgehenden Setzungsschichten oder Schwemmland (wie im europäischen Rußland, in Sibirien, im Innern Afrikas) nur sehr selten wahrgenommen werden.

Dazu kommt, daß, wie schon erwähnt das Verbreitungsgebiet starker Erdbeben meist ein sehr bedeutendes ist. Das, welches am 1. November 1755 Lissabon zerstörte, umfaßte mindestens $^1/_{13}$ der ganzen Erdkruste und verbreitete sich unterhalb des Meeresbodens bis

nach Amerika (selbst die oberen Seen zeigten eine unruhige Bewegung); noch umfangreicher war, besonders wenn wir die vielen Nachzügler berücksichtigen, das Gebiet des vorjährigen Erdbebens, von welchem fast kein Theil der Erde, selbst nicht die, in welchen die vulkanische Thätigkeit längst erloschen ist, verschont geblieben ist. Dieses weiset auf einen tiefliegenden für alle Erdbeben gemeinschaftlichen Grund hin.

Allein aus der oben aufgestellten Erdbebentheorie läßt es sich erklären, daß leicht bewegliche Gegenstände fortzufliegen scheinen oder überhaupt auch dann in Bewegung gerathen, wenn auch die Erdoberfläche selbst in großen Schwankungen sich nicht befindet, daß am Rheine Arbeiter an Baugerüsten sich festhalten mußten, um nicht fortgeschleudert zu werden, daß Spiegel und Bilder sich mit ihrer unteren Kante nach der Westseite von der Wand, an welcher sie hängen, abheben; daß man beim Stehen oder sogar beim Sitzen in seiner Haltung sich ganz unsicher fühlt (Copiapo 1861). Zu Chodjend in der asiatisch-russischen Provinz Szemiretschinsk floß bei dem Erdbeben am 4. April 1868 um 2 Uhr 10 Minuten morgens aus einem Glase mit Wasser etwa ein Drittel des Inhaltes aus, ohne daß das Glas umfiel.

Auch die Beobachtungen, welche der asiatische Reisende Mag. Szäwerzow in Taschkend und Umgegend im Jahre 1868 angestell hat, machen es zweifellos, daß leicht bewegliche Gegenstände auf der Erdoberfläche der Gravitation zu der inneren Flutwelle aus den glühenden Massen nach westlicher Richtung folgen und nicht etwa wegen der Erschütterung sich bewegen. Zwei an der Wand hängende Barometer schwankten wie Pendel, während das Pendel an der Wanduhr des Astronomen Struvé zufolge der kräftigen Anziehung stehen blieb. Ein an einer Schnur mitten an der Decke im Vorhause herabhängendes Thermometer (mit der Schnur 33 Zoll lang) machte Schwingungen von 18 Zoll Weite in der Richtung nach Südwest und die Flaschen auf einem Tische fielen sämmtlich auch in dieser Richtung um. Hätte der Aufhängepunkt des Pendels eine so starke Schwingung gemacht, so würde das Gebäude unfehlbar zusammengestürzt sein, was nicht geschah. Nichts weiset schlagender auf die bei der Axendrehung der Erde in Beziehung auf einen bestimmten Ort der Oberfläche westlich zurückbleibende Flutwelle hin, als solche Erscheinungen.

Nur die Gravitation zu der inneren, nach Westen fortschreitenden unsichtbaren Welle ist der Grund dazu.

Wenn manche Menschen selbst bei leichteren Erdbeben von einem Schwindel ergriffen oder ohnmächtig werden, oder wenn sie, wie u. a.

bei dem Erdbeben am 16. September 1819 zu Kertsch das Gefühl eines auf einem schwankenden Schiffe befindlichen Seekranken bekommen; so meine ich, daß man auf dergleichen Erscheinungen, wenn sie auch bei den oft mangelhaften Nachrichten ziemlich vereinzelt dastehen, nicht mit wissenschaftlich souveräner Verachtung herabblicken darf, sondern auch für sie als Thatsachen die naturgesetzliche Berechtigung aufsuchen muß. Sie liegt nach meinem Dafürhalten ebenfalls in der oben aufgestellten Theorie. Es möge mir gestattet sein, in einer kleinen Episode den natürlichen Zusammenhang anzugeben.

Es ist bekannt, daß ein auf einer weiten Ebene frei und ruhig hängendes Loth genau nach dem Erdmittelpunkte und dem Scheitelpunkte (Zenit) des betreffenden Aufhängepunktes hinweist, daß aber der Pendelkörper in der Nähe einer Felsenmasse von ihr gleichsam angezogen wird, der Faden des Pendels gegen den Horizont also nicht mehr die lothrechte Lage hat.

Gleichwie die Felsenmasse eine Anziehungskraft gegen den Pendelkörper äußert, so auch jedes Schiff, auf welchem ich mich befinde, gegen meinen Körper und zwar um so mehr, je gewichtiger es ist, und je näher ich mich seinem Schwerpunkte befinde. Vor allem ist es die gewaltige Erde, welche bei einem Gewichte von etwa 123191 Trillionen Zollzentnern mich an sich fesselt und bewirkt, daß ich auf einem unter mir befindlichen Körper einen um so größeren Druck ausübe, je mehr Masse ich selbst besitze.

Befinde ich mich nun auf einem ruhenden Schiffe in einem solchen Punkte, daß mein Schwerpunkt, der des Schiffes und der Mittelpunkt der Erde, welcher ohne einen merklichen Fehler zu begehen, als ihr Schwerpunkt angesehen werden kann, in einer graden Linie sich befinden; so wirken Erde und Schiff mit vereinten Kräften am meisten auf mich anziehend. Wenn aber das Schiff schwankt und somit sein Schwerpunkt aus meiner Schwerlinie seitwärts heraustritt, so wirkt das Schiff nicht mehr aus vollster Kraft vereint mit der Anziehung der Erde auf mich. Ich werde in diesem Falle um so weniger kräftig nachunten gezogen, je mehr das Schiff schwankt oder sein Schwerpunkt verrückt wird. Rückt aber der Schwerpunkt des Schiffes wieder in meine Schwerlinie, so vergrößert sich auch die mich nachunten ziehende Kraft.

Diese naturnothwendige Thatsache habe ich auf einem großen Dampfer im atlantischen Oceane an meinem an sich leichten und durch fast ununterbrochene Seekrankheit sehr empfindlich gewordenen Körper unzähligemal (vorzüglich bei großem Sturme) mit der größten Be-

stimmtheit wahrgenommen, indem ich nach den ersten mich selbst überraschenden Erfahrungen meine ganze Aufmerksamkeit darauf richtete. Wenn ich auf das Verdeck steigen wollte und der Schwerpunkt des Schiffes rückte meiner Schwerlinie näher, so wurden mir meine Füße an die Stufen kräftig gleichsam angezogen, als ob sie mit Gewichten beschwert würden; entfernte sich aber der Schwerpunkt, so konnte ich sie mit viel größerer Leichtigkeit heben. Es ist mir aufgefallen, daß ich diese eigentlich so einfache Wahrnehmung bisher nirgends angeführt gefunden habe.

Der Zusammenhang zwischen den Schwankungen des Schiffes und der Seekrankheit ist nun wol ziemlich leicht einzusehen. Der Kreislauf der Säfte in unserem Körper ist wesentlich auf- und abgerichtet und darf in dieser Bewegung nicht gestört werden, wenn der zum Wohlbefinden nothwendige Stoffwechsel der genossenen Nahrungsmittel nicht unterbrochen werden soll. Wenn nun schon unser ganzer Körper durch die Verrückung des Schiffsschwerpunktes beeinflußt wird, so wird dieses noch weit mehr mit den leicht beweglichen Säften in ihm der Fall sein. Die Folgen davon sind Neigung zum Schwindel und die Seekrankheit überhaupt. Wenn eine Naturkraft der Thätigkeit irgend eines Organes in uns, z. B. des Magens, nach derjenigen Richtung, welche zur Erzeugung der Lebensbedingungen unbedingt nothwendig ist, gradezu entgegenwirkt; so muß dieses Organ seine Dienste versagen, es muß selbst nach und nach das ganze Einzelnwesen erkranken, verkümmern, es tritt Ernährungslosigkeit (Atrophie) und bei längerer Dauer schließlich der Tod ein. — Bringt man aber seinen Körper auf dem Schiffe in eine horizontale Lage und entfernt man sich dabei soviel als möglich von dem Schwerpunkte desselben (legt man sich auf das Verdeck), so wird der nachtheilige Einfluß der Schwankungen des Schiffes auf den Körper vermindert, ja sogar aufgehoben. Läge der Schwerpunkt unseres Körpers in dem des Schiffes, so würde man von der Seekrankheit verschont bleiben.

Die jetzt von Mr. Bessemer angestellten kostspieligen Versuche, die Seekrankheit dadurch zu verhindern, daß die Schiffskajüten wie Kompasse aufgehängt werden, müssen scheitern.

Nun ist auch endlich der Zusammenhang zwischen der Seekrankheit und dem bei Erdbeben vorkommenden Schwindel leicht einzusehen.

Wenn das Erdinnere im Gleichgewichte oder in relativer Ruhe ist, so befinden wir uns gleichsam auf einem Schiffe, welches ohne zu schaukeln dahingleitet; ist aber die innere Gluthmasse in einer wogenden

Bewegung, so wird jede Welle mit ihrer äußerst bedeutenden Masse durch Verlegung ihres Schwerpunktes auf unsern Körper eine ähnliche Wirkung hervorbringen wie die Verlegung des Schwerpunktes eines Schiffes, auf welchem wir uns während seines Schwankens befinden. Wären die inneren Erdbebenwellen von einer längeren Dauer, so würden sie ihren Einfluß auch noch in einer anderen Weise als durch bloße Erregung von Schwindel und Ohnmachten geltend machen.

Ein Beobachter zu Ober-Dollendorf am Rhein sagt, daß er während des Erdbebens in der Nacht zum 3. Oktober 1869 beim Stehen hin und her geschwankt sei; einem anderen, welcher schon zu Bett lag, hat es geschienen, als würde er gehoben. Diese Thatsachen sind die natürlichen Folgen von der Bewegung der inneren Flutwelle. Einem anderen Beobachter flog während desselben Erdbebens eine Haarölflasche vom Tische, ohne daß sich derselbe so stark geneigt hätte, um dadurch das Herabfallen zu bewirken.

Die höchst auffallende Erscheinung, daß bei Vulkanen der aus den Kratern bereits emporgedrungene Rauch bisweilen wieder in dieselben zurückkehrt, was man das Saugen der Vulkane genannt hat, ist auch ganz einfach aus der obigen Theorie erklärbar; es geschieht dieses nämlich in dem Augenblicke, in welchem die innere Gluthwelle die Basis des Kraters soeben verläßt, wobei sie einen Hohlraum allerdings nicht bilden kann, wohl aber durch ihre Gravitation auch auf den Rauch und die Luft im Krater noch anziehend wirkt.

Es kann auch der Fall eintreten, daß bei dem Andrange der inneren Fluthwelle die untere enge Oeffnung zu dem Krater verstopft wird, und der Vulkan ungeachtet des Erdbebens zu rauchen aufhört. So war es u. a. 1797 bei dem Vulkan von Pasto, als die Städte Riobamba, Hambato und Tacunga zerstört wurden.

Wenn Erschütterungen des Erdbodens blos infolge vulkanischer Erscheinungen auf kurze Strecken eintreten, so zeigt das Barometer keine auffallenden Schwankungen; wenn sie aber als eigentliche Erdbeben auftreten, dann macht sich ein schnelles und tiefes Fallen des Quecksilber bemerklich, weil die Gravitation der inneren Welle zu der langen Quecksilbersäule unter dem luftleeren Raume sich leichter geltend machen kann, als zu der im offenen kurzen Schenkel, über welchen der Atmosphärendruck lastet. Wenn es auch in dieser Beziehung an einem umfangreicheren Beobachtungsmateriale fehlt, so scheinen Merian's Wahrnehmungen doch eine Bestätigung abzugeben. Dazu kömmt noch, daß selbst bei vorangegangener Windstille nicht blos ein meist unbe-

ständiger Wind entsteht, sondern daß selbst Stürme von äußerster Heftigkeit hereinbrechen, wie wir es während der letzten Erdbebenzeiten wiederholt erlebt haben.

In der Regel werden bei Erdbeben aus dem Erdinneren auch Gase oft unter bedeutendem Drucke emporgetrieben, so daß große Schollen vom Erdboden weit fortgeschlendert werden (1783 in Kalabrien) und die Krater der Vulkane ihre Wurfgeschosse weit hinauftreiben. Am 14. Oktober 1755, also schon vor dem Ausbruche des Lissaboner Erdbebens am 1. November stieg früh um 8 Uhr zu Locarno in der Alpenkette ein warmer Dampf mit röthlichem feinen Staube empor, der dann abends bis auf eine Entfernung von 20 Meilen den herabfallenden Regen roth färbte. Am 10. Januar 1869 wurde bei Silchar rother Sand hervorgetrieben und am 13. August bei Arica ein schwarzer Staub, welcher die Luft fast undurchsichtig machte, während bei Jca die hervordringenden Gase sich zylindrische Röhren bohrten und den Sand äußerlich in konzentrischen Kreisen ablagerten, zum Zeichen, daß die Druckkraft nach und nach schwächer wurde.

Auf der Rauhen Alp war am 30. Oktober 1869 eine Kälte von 14° R., nach dem Erdbeben aber trat eine ganz milde Witterung mit dicker, trüber Luft ein und dem Berichterstatter des „Frankfurter Journals" erschien es bei einem Spaziergange vor Wiesbaden, als geriethe er in einen wie aus einem geheizten Backofen kommenden Luftstrom.

Es ist wol kaum nothwendig, weil sehr leicht, auch alle anderen bei Erdbeben vorkommenden Erscheinungen auf die obige Theorie zurückzuführen; ich hielt aber ihre Entwickelung vorallem für wichtig, weil sich aus ihr mit Nothwendigkeit die geologisch unendlich wichtige Thatsache als einfache Folge ergibt, daß der Erdkörper als Ganzes mit Ausnahme der beiden Kälteperioden durchaus keine gewaltsamen Umgestaltungen erlitten hat, wie man früher häufig annahm, sondern daß sich die feste Kruste desselben vonjeher zwar langsam, aber unablässig gehoben hat und heute noch hebt, wie wir noch sehen werden.

Bald nachdem sich auf der Erdoberfläche zufolge der Wärmeausstrahlung in den Weltraum, welche anfänglich bei der sehr dichten Atmosphäre äußerst langsam vor sich ging, eine feste Erstarrungskruste gebildet hatte, welche raumverengend wirkte, bildeten sich an vielen Stellen kraterförmige Oeffnungen, aus denen heiße Gase, Dämpfe und feurigflüssige Massen drangen. Durch diesen Verlust innerer Wärme wuchs die Dicke der auf dem Feuermeere schwimmenden Kruste von

unten aus und sie hob sich daher. Der Wärmeverlust kann in späteren Zeiten nicht ganz unbedeutend gewesen sein, denn es lassen sich jetzt noch 673 Vulkanstellen erkennen, von denen aber nur noch 271 wirkliche Vulkane verschiedener Art besitzen, und unter diesen zeigen noch 110 entweder beständig oder doch sehr häufig aufsteigende Säulen von heißem Wasserdampf, von Asche oder Rauch. Island allein hat auf seinen 1800 Geviertmeilen 29 Vulkane, von denen noch 7 ziemlich regelmäßig thätig sind.

Mit der fortschreitenden Vergrößerung der Rindendicke als eine Folge der Abkühlung an ihrer Basis durch Entweichen von Wärme wurden die früher schnelleren und häufigeren Hebungen der Rinde auf immer kleinere Räume beschränkt, so daß sich dann nur noch voninnen aus vulkanische Erhebungskrater bildeten, deren Durchmesser aber auch allmählig abnahm, so daß er bei den jetzt noch vorhandenen meist schon sehr unbedeutend ist. Wenn die Vulkane in Reihen liegen, so bezeichnen sie die Richtung, in welcher die Erdrinde früher geborsten ist. Aber nicht blos in diesem Falle zeigt sich ein Zusammenhang der vulkanischen Heerde, sondern überhaupt eine von dem Erdinneren ausgehende Verbreitung des Vulkanismus über die ganze Erde.

Jetzt ist die gewöhnliche Thätigkeit der Vulkane vorzüglich von der Nähe der Meere abhängig. Am Meeresboden wird das Wasser namentlich bei großen Tiefen durch bedeutenden Druck in die wenn auch theilweise mit Ablagerungen ausgefüllten Spalten der festen Erdkruste gepreßt, dringt dort stellenweise allmählig bis zu solchen Tiefen, daß es bei zunehmender Wärme sich endlich in Dampf verwandelt und dann in Verbindung mit den sich entwickelnden Gasen zu den Ausbrüchen der Vulkane beiträgt. Also nicht blos das aus den heißen Quellen hervordringende, sondern auch das so verwandelte Wasser trägt zur Abkühlung der Erde voninnen aus bei.

Die Erdbeben spielen aber in dieser Beziehung eine noch wesentlichere Rolle. Vor, bei und nach dem Ausbruche der Erdbeben strömt zufolge des Andranges der inneren glühenden Welle die Erdwärme nach einer großen Menge vorliegender zum Theil schon angeführter Thatsachen theils aus den entstandenen Rissen, theils aus den Kratern der Vulkane, theils an den durchlässigeren Stellen der ganzen Erdoberfläche oft mächtig aus. Ja es gibt Strecken, durch welche die Erde ihre innere Wärme fortwährend aushaucht. Akreyri am Eyja-Fjord auf der Nordküste Island's in einer Breite von 65°

40′ hat die mittlere Jahrestemperatur von — 2,8° R., während auf derselben Breite in Amerika die Temperatur auf — 27° R., in Asien sogar bis auf — 32° R. herabsinkt. Tilsit hat — 4,3°, Königsberg — 3,4, Gotha — 3,2 mittlere Januartemperatur. — Ohne ein solches Aushauchen von Wärme wäre es auch nicht erklärlich, daß es auf der Diskoinsel unter 70° nördliche Breite bei nur — 5° mittlerer Jahreswärme eine Strecke, Orpiksoit genannt, gibt, welche Bäume von freilich nur 2 Fuß Höhe trägt, aber im Sommer eine lachende blumige Vegetation zeigt, die einen wunderbaren Kontrast mit der unfruchtbaren Umgebung bildet. Die Thatsache, daß die Baumgränze in Oberengadin bis auf 6500 ja 7000′ Höhe reicht, ist merkwürdig. Es ist eine durch Thatsachen ermittelte Erscheinung, daß im hohen Norden, namentlich da, wo Granit, Gneiß und Schiefer zutage treten und wo der Boden am porösesten ist (Sandstein), uns in den Eisgefilden und Flechtensteppen einzelne Oasen durch die bunte Mannigfaltigkeit der Vegetation und die üppige Frische einer Pflanzendecke nicht wenig in Erstaunen setzen, z. B. im mittleren Grönland bei Pröven unter 72° N. Br. (Dr. Hayes), im westlichen unter 77½° am Eingange des Whale-Sundes (Jngelfield), in der Pondsbai am Eingange zum Eklipse-Sunde trägt die Vegetation einen „fast südlichen Charakter“ (Mac Clintock), am Kap Bathurst des nordamerikanischen Kontinentes (Mac Clure), die Melville-Jnseln (Sutherland, Franklin), die Oase in der Lafayettebai am Kennedy-Kanal bei 81° nördliche Breite, Stellen auf Spitzbergen (Malmgren), auf dem eisigen Novaja Semlja sind zerstreute Grasoasen (v. Bär) und Kap Lisburne im westlichen Eskimolande unter 69° Br. erscheint „wie ein Garten“ (Berthold Seemann), namentlich ist in den eisigen Gefilden Lapplands unter 69° 0′ 34″ nördl. Br. und 20° 59′ 51″ östl. L. eine fruchtbare Oase eingestreut. Jn manchen Gegenden wird die schlummernde Wärme in Erdbränden wach, welche dem Erdkörper in unfruchtbarer Weise seine Wärme entziehen.

Es unterliegt wol keinem Zweifel, daß die Erde auch bei den letzten großen Erdbebenperioden viele Wärme ausgehaucht hat, denn an den meisten Beobachtungsstationen war die Temperatur selbst sogar im Verlaufe des ganzen Winters von 1868 zu 1869 um mehre Grade, an manchen zeitweise über 11°, höher, als es das vieljährige Mittel verlangt hätte.

Nach allen diesen Ergebnissen sind die Erdbeben eine vollkommen naturnothwendige Erscheinung und wir können mit solchen verkommenen Menschengeschöpfen, welche dieselben als eine Strafe Gottes für angeb-

lich Irrgläubige ansehen, nichts weiter machen, als sie aussterben zu lassen, müssen aber durch die Schule dafür sorgen, daß die folgenden Geschlechter weniger blödsinnig sind und nicht vermeinen, durch Gebete in feierlichen Umzügen schädliche Naturereignisse abwenden zu können.

2. Einfluß der Erdbeben auf die Meteorologie.

Einige von den oben angeführten Thatsachen veranlassen mich, hier wenige Worte über die meteorologischen Verhältnisse unseres Erdkörpers einzuschalten.

Die Meteorologie ist in den letzten vierzig Jahren durch den unermüdlichen Fleiß der Beobachter und durch den Scharfsinn der Fachgelehrten zu einer Wissenschaft ausgebildet worden. Man sollte nun meinen, daß bei der bestimmten Stellung der Erde gegen die Sonne, bei der jetzt imganzen unveränderlich bleibenden Vertheilung von Wasser und Land und bei der bestimmten Gestaltung sowie orographischen und geognostischen Beschaffenheit des letzteren alle meteorologischen Verhältnisse mit großer Beständigkeit, Regelmäßigkeit und Sicherheit sich ergeben müßten. Die bestimmte Stellung der Sonne zur Erde innerhalb eines Tages oder eines Jahres gibt uns in Verbindung mit der bestimmten Lage der Ländermassen zum Meere allerdings wol die als nothwendig erkannten periodisch regelmäßigen Luftströmungen in den Land- und Seewinden, imkleinen während eines Tages und imgroßen während eines Jahres wie in den ostindischen Monsoons; wir erkennen ferner die Nothwendigkeit für die Entstehung der unteren und oberen Passate, wir sind überzeugt von der Richtigkeit des Drehungsgesetzes für die Luftströmungen; aber wer gibt uns vorher Kunde von dem zu einer bestimmten Zeit eintretenden Wechsel in der Richtung und Stärke dieser Ströme, wer zeigt uns das plötzliche Hervorbrechen der Orkane, der Tromben oder der Cyklonen rechtzeitig an. Ich habe selbst mehr als 30000 verschiedenartige meteorologische Beobachtungen gemacht und glaubte bereits im Jahre 1858 (in der „Posener Zeitung") darauf aufmerksam machen zu müssen, daß ein tiefes und schnelles Fallen des Barometers auch im Binnenlande auf telegraphischem Wege den Schiffern an den Meeresküsten angezeigt werden müsse, um sie vor einem hereinbrechenden Sturme zu warnen; aber wer kündigt dieses Fallen des Barometers an? Wer gibt die ersten störenden Ursachen an, welche zu

den Abweichungen von dem gewöhnlichen Gange der Erscheinungen führen? Warum zeichnen sich denn einzelne Jahre oder Jahreszeiten überall durch eine größere Kälte oder Wärme aus? Wir haben freilich nachträglich durch die jetzt von allen Seiten schnell zugehenden telegraphischen Berichte über den Gang der meteorologischen Instrumente in manchen Fällen die große Genugthuung, daß wir eine solche Erscheinung an dem einen Orte als naturnothwendig durch die Zustände an anderen herbeigeführt erkennen; hiermit aber ist unsere Erkenntniß in der Regel zuende und es dürfte der Meteorologie mit den ihr zu Gebote stehenden Mitteln wol nie gelingen, alle verwickelten Verhältnisse aufzuklären.

Wenn auch die gewöhnliche Vorstellung, daß für einen bestimmten Erdtheil ein milder Winter durch einen kühlen Sommer und umgekehrt ausgeglichen werden soll, als falsch nachgewiesen ist, weil es zuzeiten nicht nur im Winter, sondern auch im Sommer zu warm ist, d. h. wärmer als es das Mittel aus einer langen Beobachtungsreihe angibt; so hält man doch noch immer an der sogenannten Kompensation oder Ausgleichung der Wärme für die ganze Erde fest. Dagegen ist dann nicht viel einzuwenden, wenn man meint, daß die Temperatur des Erdganzen im Laufe weniger Jahre sich nicht merklich ändert. Wenn sich aber als Thatsache herausstellt, daß in dem einen Jahre die Kompensation der Wärme zwischen der alten und der neuen Welt stattfindet, in einem anderen Jahre zwischen den Polargegenden und den Regionen von geringerer Breite; so vermag ich hierin nicht den Ausdruck eines meteorologischen Gesetzes zu finden. Wie kommt es, daß die angebliche Kompensation das einemal nach Längen-, das anderemal nach Breitegraden eintreten soll, ungeachtet auf der Oberfläche der Erde und in ihrer Stellung zur Sonne sich garnichts geändert hat? Die vorjährige Nordpolexpedition fand die Temperatur um 5° zu niedrig; nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika war sie zu hoch, und dabei war die Atmosphäre nicht selten in einer sehr stürmischen Bewegung.

Die Lösung aller dieser Räthsel liegt nach meinem Dafürhalten in der Bewegung der unter der festen Erdrinde befindlichen glühend flüssigen Massen, die sich noch jeder Berechnung entziehen und alle auf einigermaßen ausgedehnte Zeiten aufgestellten Wetterprophezeiungen als ein reines Kinderspiel erscheinen lassen. Die unendliche Ausdauer der Meteorologen findet nach meiner Ueberzeugung in den Erfolgen nicht den gebührenden Lohn.

Wären die inneren Massen in steter Ruhe, so würde die Temperatur an der Basis der auf ihnen schwimmenden festen Kruste überall eine ziemlich gleichmäßige und etwas niedrigere sein, als tiefer im Innern; sind sie aber überhaupt und vorzüglich bei Erdbeben in einer unruhigen Bewegung, so werden sie an dieser Gränze heißer und die Wärme dringt dann vorzüglich durch diejenigen Stellen der festen Kruste, welche mehr zerklüftet und durchlässiger sind, als andere und dadurch wird das Gleichgewicht der Atmosphäre gestört, wie wir es ja auch an den heftigen Stürmen der letzten Erdbebenzeit erkannt haben.

Wenn in ausgedehnten Länderstrecken bedeutende Temperaturabweichungen vom Mittel eintreten, so ist es nicht nothwendig, sie stets als von der Windrichtung abhängig anzusehen, vorzüglich wenn eine sogenannte Kompensation oder Ausgleichung anderwärts fehlt, sondern es wird gestattet sein, in dem einen Falle den Aushauchungen der inneren Erdwärme, in dem anderen den Einhauchungen die Ursache beizulegen. Daß zufolge der Gravitation zur inneren Gluthwelle Einhauchungen wirklich stattfinden, ist an den Kratern der Vulkane wiederholt beobachtet worden. In diesem Falle ist die Ausstrahlung der Erdwärme in den Weltraum größer, als daß dieser Verlust durch die Besonnung ersetzt werden könnte.

Manche meteorologischen Erscheinungen scheinen mir auf kosmische Verhältnisse zurückgeführt werden zu müssen. Dove hat durch Berechnung sehr weit zurückreichender Beobachtungen u. a. gefunden, daß, wenn ein Monat, z. B. der Juni, in einem Jahre einmal eine Temperatur gehabt hat, welche gegen ein langjähriges Mittel zurückgeblieben ist, dieser Monat noch mehr zu kalte Genossen dieses Namens nach sich zieht. Haben sich im Weltraume kosmische Stoffe jenseits der Erdbahn angesammelt, so werden sie den Einfluß der Insolation stets einigermaßen verkleinern, wenn die Erde bei ihrem Umlaufe sie grade vor der Sonne hat.

3. Einfluß der Erdbeben auf die Hebung der Erdkruste.

Wenn die Erdkruste durch die Bebungen auch oft bedeutend gerüttelt und durchschüttelt wird, so dienen sie doch mehr zu ihrer Erhaltung als zur Zerstörung; denn wenn sich durch sie und durch die Krater der Vulkane die im Inneren vorhandenen und sich fortwährend noch ent-

wickelnden Gase und Dämpfe keinen Ausweg in den freien Raum bahnen könnten, so wäre ein endliches Zerspringen des ganzen Erdkörpers unvermeidlich. Wenn nun aber die innere Erdwärme von der Basis der festen Kruste aus theilweise entweicht, so muß diese an der betreffenden Stelle dicker oder es muß ein Theil der glühend flüssigen Masse fest werden. Es ist also nach dieser Annahme durchaus nicht mehr befremdlich, daß die Geologie fortschreitende Hebungen der festen Erdkruste und die Astronomie selbst schon in den letzten 2000 Jahren (seit Hipparch, 200 vor Chr.) ein, wenn auch geringes Langsamerwerden der Axendrehung als eine nothwendige Folge der Vergrößerung des Durchmessers nachzuweisen imstande ist. Sowie die Erde eine feste Kruste erhielt, begannen auch schon die Hebungen, wie es die ältesten Bildungen durch die vonoben erfolgten Niederschläge beweisen. Da es eine Thatsache ist, daß die Muscheln und Krustaceen unter dem Meeresspiegel um so schöner und besser sich erhalten, je tiefer sie liegen und da wir dergleichen in Höhen von 10000 Fuß ganz wohlerhalten vorfinden; so sind diese Hebungen ungeachtet ihrer bedeutenden Größe doch sehr langsam vorsichgegangen und haben also enorme Zeiträume inanspruch genommen. Die namentlich im Stillen Oceane von den Korallenthieren gebauten Inseln würden bei den außerordentlich unbedeutenden Ablagerungen vonoben nicht bewohnbar geworden sein, wenn sie nicht vonunten gehoben worden wären. Von den Aruinseln haben manche Anhöhen bis zu 200 Fuß. Daß aber die Erdkruste auch jetzt noch, wenn auch äußerst langsam sich hebt, ist zu erkennen unter anderem an Skandinavien (sehr deutlich an der Ostküste), an Neufundland, Neuholland, an den Sundainseln, Philippinen, an Chile, der Landenge von Suez u. s. w. Die Erhebung der chilenischen Küste von Copiapo bis Chiloe beträgt während der Diluvialzeit durchschnittlich 400 bis 500 Fuß; während der Erdstöße am 19. November 1822 bis Ende September betrug die Erhebung durchschnittlich 4 Fuß und die zufolge des Erdbebens am 20. Februar 1835 anfangs zwar 4 bis 5 Fuß, aber nach 6 Wochen blos noch 2 Fuß. Die Bohrlöcher durch die Lithodoms in den Säulen des Serapistempels in der Bucht von Bajä weisen eine Erhebung von 23 bis 28 Fuß nach. Die internationale Kommission, an welcher sich fast alle Staaten Europas betheiligen, wird uns durch ihre äußerst sorgfältigen Messungen ein getreues Bild zunächst von Mitteleuropa geben und dann können spätere Geschlechter bestimmen, welche Veränderungen der Oberfläche auch durch Hebungen stattfunden haben. Die Erde kühlt als Ganzes um so schneller ab, je häu-

figer heftige Erdbeben eintreten. Dabei ist klar, daß die Stellen unter der Erdoberfläche, an denen während eines Jahres die Temperatur eine sich gleichbleibende ist (d. i. die mittlere Jahrestemperatur), mit dem Vorschreiten der Abkühlung des Erdinneren mehr nachoben hinrücken, weil an jenen Stellen die Temperatur voninnen aus eine niedrigere wird und die durch die Besonnung erzeugte ihren Grad behält. In der heißen Zone findet sich die mittlere Jahrestemperatur als beständige Wärme nur wenige Fuße unter der Erdoberfläche, in größeren Breiten liegt sie tiefer.

β) Das jetzige Thierleben in den Polarmeeren.

Bei der Angabe des Zustandes unserer Erde stellte ich oben noch die Behauptung auf, daß die feste Erdkruste nach den Polen hin weniger dick, also die innere Gluth auch nicht sehr tief zu suchen sei.

Wenn schon die Schwungkraft bei der Axendrehung der hohlen und früher durchaus flüssig gewesenen Erde die nothwendige Begründung dafür enthält und außerdem noch zwei bereits angeführte Thatsachen, nämlich daß die Meerestiefe in der Aequatorialzone gering, in den Polargegenden groß ist, dafür sprechen; so ist es doch nicht ohne Interesse, eine anderweitige bisher wissenschaftlich noch gar nicht benutzte Erscheinung zur Bestätigung dafür anzugeben. Ich meine den fabelhaften Reichthum des Thierlebens in den Polarmeeren.*)

Zunächst scheinen die Vulkane und heiße Quellen auf Island in einer Breite von 71°, so wie die Vulkane in einer südlichen Breite von 77½ Graden, nämlich die Sehnen-Vulkane des Victorialandes, eine Bestätigung zu geben. Nirgends sind auch so ungeheure Lavaströme hervorgedrungen, als grade in Island. Selbst noch die Lava vom Jahre 1783 bedeckt 60 Geviertmeilen in einer mittleren Höhe von 600 Fuß und ist räumlich 361 mal größer, als der ganze Vesuv (von ungefähr 86640 Millionen Kubiktoisen). Im allerhöchsten Grade überraschend ist ferner in diesen Polargegenden, abgesehen von den Wallrossen und Wallfischen, der unglaubliche Reichthum anderer, zum Theil

*) Im Jahre 1868 wurden bis zum 3. Mai allein von dem norwegischen Schiffe „Hoffnung" 7300 junge und 1921 alte Seehunde erlegt; an den Küsten Grönlands jährlich gegen 100000. Eidergänse gibt es in Scharen zu Tausenden und Eisbären findet man noch bis jenseits des 69sten Breitegrades. Welch' eine ungeheure Anzahl von Fischen bedürfen diese Thiere zur Nahrung!

auch riesenhafter Thiere (z. B. der Dintenfische mit harten Schnäbeln) und demzufolge auch noch anderer kleinerer Thiere bis zu den Infusorien herab, welche den größeren zur Nahrung dienen. Die aus der Meerestiefe alljährlich sich ergießenden Häringsströme erregen unsere ganze Verwunderung. Blos in der Bucht „Lochfine" an der schottischen Ostküste werden jährlich bis zu 16 Millionen gefangen und eingesalzen. Die Fischer pflegen zu sagen, die Loch bestehe aus einem Theile Wasser und aus zwei Theilen Häringen.

Das reiche Thierleben beginnt an der Küste Grönlands unter mehr als 80° nördlicher Breite (Cap Independence 81,5°) in dem nach den neuesten Messungen (von 1868) gegen 15000 Fuß oder 2100 Faden tiefen Meere erst etwa 160 bis 200 Fuß unter dem Spiegel. Der früher sehr verbreitete Irrthum, daß organisches Leben in großer Meerestiefe wegen des ungemein starken Wasserdruckes nicht bestehen könne, ist durch viele Thatsachen in der neuesten Zeit widerlegt worden. Man hat Seesterne aus Tiefen von mehr als 800 Faden, Anneliden, Krabben, die Mopsea, den Ophiurus aus 517 Faden Tiefe heraufgebracht. Manche der Tiefgrundformen sind übrigens geeignet den Uebergang zwischen früheren geologischen Perioden und der Jetztzeit zu bilden.

Schon vom 74ten Grade an wechselt die Farbe des Grönländischen Meeres von Ultramarinblau bis Olivengrün und von der reinsten Durchsichtigkeit bis zu auffallender Undurchsichtigkeit und schwärzlicher Färbung selbst bei üblem Geruche. Hier auf den „grünen Wiesen" nährt sich das riesigste aller Geschöpfe, der grönländische Wallfisch, von den zahllosen Schwärmen kleiner Molusken (Medusen) und den schönen kieselhaltigen perlenschnurförmig wachsenden Diatoms, von welchen die grüne Farbe herrührt, um sich dann wie in Strömen durch einzelne Kanäle (Wellingtonkanal) nach Süden zu ergießen. Jene Felder haben oft eine Ausdehnung von 2 bis 3 Graden Länge und bis zu 15 Seemeilen Breite (was etwa 2000 englische Quadratmeilen gibt) und bleiben als das neutrale Gebiet der Meeresströmungen fast stets an denselben Orten. In jenen hohen Breiten findet das Meeresleuchten als ein freiwilliger Akt mikroskopischer und auch größerer Thiere nur in größeren Tiefen statt, weil das aus dem Eise entstandene süße Wasser als das leichtere oben schwimmt, jene Thiere aber in ihm nicht lange leben können, zumal es für sie auch zu kalt ist.

Bei der Beurtheilung dieser bisher noch nicht gehörig gewürdigten Verhältnisse sind zwei physikalische Thatsachen von maßgebender Tragweite, nämlich daß Wasser von etwa 9° C. Wärme dasselbe spezifische

Gewicht hat, wie das von 0° und daß das von 4° C. Wärme das schwerste ist.

Das Eis an der Oberfläche gibt dem Wasser unmittelbar darunter eine Temperatur von 0°, die innere Erdwärme bewirkt, daß warmes Wasser vom Meeresboden aufsteigt, daß also, wenn wir von örtlichen Meeresströmungen absehen, die Temperatur des Wassers der Polarmeere von 0° an nach unten ohne Unterbrechung zunimmt. — In den obersten Schichten von 0° bis 4° Wärme wird das Wasser von 4° nicht aufsteigen, weil es schwerer ist, als das von 3° darüber, ebensowenig wird das von 3° über das von 2° u. s. w. bis zu 0° sich erheben, weil das darüber befindliche Wasser stets leichter ist. Die Erwärmung dieser ganzen Schicht geht also vonunten aus nur durch eine sehr langsame Mittheilung vonstatten, so daß sie wesentlich ruhendes Wasser enthält.

In der nachunten darauf folgenden Schicht von 4° bis 9° will eine zweifache lothrechte Bewegung des Wassers eintreten: das Wasser von 4° Wärme will sinken, weil es schwerer ist als das von 5°, letzteres als das leichtere will steigen; ebenso will das Wasser der folgenden Schichten noch sinken, während das der unmittelbar darunter liegenden steigen will. Aus dem Widerstreite dieser beiden Kräfte ergibt sich, daß auch die ganze Wasserschicht, welche die Temperatur von 4° bis 9° hat, sich im Gleichgewichte befindet.

Auf diese Weise bildet also die ganze, gewiß mächtige und die Wärme sehr schlecht leitende Wasserschicht herab bis zu 9° Wärme, eine vortreffliche Schutzdecke gegen den Verlust der Wärme des tiefer befindlichen Wassers, so daß dieses eine für das Gedeihen und die Vermehrung der Meeresbewohner entschieden günstige und gemüthliche Temperatur stets behalten muß.

Wenn in einzelnen Stellen, z. B. im Ochotzkischen Meere auch in größeren Tiefen bis zu 600 Fuß eine Temperatur von —1,0 bis —2° R. gefunden worden ist, so kann und wird dieses wol nur in einer kräftigen örtlichen Strömung seinen Grund haben, ebenso wie die niedrigen Temperaturen von 5,6° und 6,4° R. in den größeren Tiefen der tropischen Meere bei einer an der Oberfläche hohen Lufttemperatur, die niemals unter 15,2° R. sinkt. Im allgemeinen aber ist das Meerwasser über Untiefen kühler, weil es von der Wärmequelle des Erdinnern entfernter ist. Die Meerestiefen, in denen die Temperatur ziemlich beständig ist, nehmen nach dem Aequator hin, zu. Für die Breite 40, 32, 21° sind diese Tiefen beziehungsweise etwa 200, 300, 400 Toisen.

Der Umstand, daß in den Polargegenden der Erdboden bis auf 300 Fuß Tiefe noch gefroren gefunden worden ist, kann nicht als Grundlage für eine Berechnung dienen, nach welcher das polare Festland etwa 7800 Fuß dicker sein soll, als unter den Wendekreisen.

Abgesehen davon, daß die Dicke der Erdmasse nach den Polen hin abnimmt und die innere Gluth nicht etwa weiter von der Oberfläche entfernt ist, als in der Aequatorialzone, müssen wir zur richtigen Beurtheilung der Temperatur in der die Pole selbst unmittelbar umgebenden Kuppe berücksichtigen, daß die Sonne, auch wenn wir die durch die Strahlenbeugung bewirkte Erhebung derselben nicht in Anschlag bringen, den Polen ein halbes Jahr über dem Horizonte bleibt, also durch ihre so lange andauernde und durch keine nächtliche Abkühlung unterbrochene Einwirkung, wenn sie auch dabei für die Pole selbst nur höchstens 23½ Grade emporsteigt, eine nicht unbedeutende Erwärmung hervorbringen muß.*) Dafür, daß dieses wirklich so ist, liegen mehre von Polarreisenden gemachte Erfahrungen vor. Wenn auch die südlichen Fahrstraßen in jenen Gegenden noch so sehr von Eisbergen starren, so ist doch an vielen Stellen, zu welchen man gelangt ist, nach Norden hin entweder offenes Wasser, wie z. B. an den nördlichen Küsten Grönlands, oder ein großes, nur Eisschollen treibendes Meer zu sehen gewesen, und dabei wird das Eis immer dünner und poröser, je weiter man kommt. Ferner hören die hohen Kältegrade von nicht selten 40° augenblicklich auf, wenn Nordwinde auftreten, während sie bei Südwinden erscheinen. Endlich findet man die Nord- und Westküsten der Inseln weniger unfruchtbar, als die Süd- und Ostküsten. Bei der vorjährigen deutschen Nordpolexpedition ist überdies die Wahrnehmung gemacht worden, daß ein von der Westküste Norwegens und Spitzbergens sich abzweigender Theil des Golfstromes unter das Polarmeer dringt und so zu seiner Erwärmung auch beitragen muß, da dieses wahrscheinlich bei einer Temperatur von 4° C. geschieht.

Obwohl die Dicke der gesammten flüssigen und festen Massen in der Aequatorialzone größer sein muß, als an den Polen, so liegt doch der flüssige Theil nicht nur wegen des Einflusses der Sonne auf die Erwärmung des äußeren festen Theiles, sondern auch wegen der überwiegenden Masse des glühend flüssigen und seines durch die Schwungkraft bewirkten Dranges nachoben gewiß auch ziemich nahe an der äußeren Oberfläche. Die große Heftigkeit, mit welcher die Erdbeben sich grade

*) In Berlin steht die Sonne am kürzesten Tage mittags 12 Uhr nur 14 Grade über dem Horizonte.

über weite Strecken der Aequatorialgegenden verbreiten, möchte dieses bestätigen.

Wenn wir für die Entwickelung des Erdkörpers die Wirkungen der Gravitation oder des Bestrebens aller Stoffe dem Mittelpunkte um so näher zu kommen, je gewichtiger sie sind, mit denen der Schwungkraft zusammenhalten; so erkennen wir, daß es in der Erdkruste eine Schicht geben wird, in welcher das Gleichwicht dieser Kräfte und somit die größte Dichtigkeit vorhanden ist. Wegen der Gravitation nimmt das Gewicht der Stoffe von außen nach innen zu, wegen der Schwungkraft aber von innen nach außen. Damit stimmen die Erfahrungen in der That sehr gut überein, daß die mittlere Dichtigkeit der die äußere Erdrinde zusammensetzenden Körper (Silikate) nur etwa 3 beträgt, und daß auch das spezifische Gewicht der in den Laven uns dargebotenen Untergrundproben nicht über diesen Werth steigt, während das spezifische Gewicht der ganzen, sogar voll gedachten Erdkugel 5,6747 gefunden worden ist. Daß die Schichtenbildungen durch die namentlich von dem Erdinnern ausgehenden Revolutionen vielfach aus ihrer Lage gebracht worden sind, darf nicht als eine Einwendung dagegen angesehen werden.

γ) Die Kälteperioden der Erde.

Wir wissen, daß der Erdkörper sofort nach seiner Ablösung von dem Zentralkörper, als dessen Rest wir unsere Sonne anzusehen haben, noch eine Temperatur von mindestens 6000 Grad R. hatte, daß derselbe äußerst langsam und ohne besondere Veranlassung fortwährend in gleichen Zeiten gleichmäßig an dem absolut kalten Weltraume sich abkühlte und daß er wegen seiner Stellung zur Sonne zuerst in den Polarzonen und allmählig erst in geringeren Breiten für die Entstehung und Einhaltung organischer Wesen geeignet wurde, während die Aequatorialgegenden, selbst ohne den Einfluß der Sonne zu berücksichtigen, noch allzu heiß waren, als daß organisches Leben auch dort schon hätte bestehen können.

In den wärmeren Gebieten der Erdoberfläche waren natürlich hohe Gebirgszüge für die Erzeugung und Erhaltung organischer Wesen zuerst geeignet. Daher findet man im Andesgebirge die Knochen des Mastodon in einer Höhe von 8000 Fuß über dem Meeresspiegel. Die arktische und alpine Flora haben heute noch große Aehnlichkeit miteinander, wenn auch letztere eine größere Gliederung der Gattungen und Familien und mehr Umwandlungen aufzuweisen hat. Ebenso sind die Gewächse

in beiden Fällen mehr ausdauernder, als anderwärts, indem die Wurzelbildung kräftiger ist, wegen des im Verhältnisse zur Atmosphäre wärmeren Erdbodens.

Daß jenes Leben aber nach hinreichender Abkühlung mit einer unglaublichen Energie sich entwickeln mußte, ist klar, wenn man bedenkt, daß die am Aequator durch die hohe Wärme aus den Gewässern äußerst lebhaft sich entwickelnden Dünste nach den kühleren, aber immer noch sehr warmen Polargegenden sich begeben und so fast ohne Unterbrechung durch Abwechselung von Jahreszeiten, wie wir sie jetzt haben, eine stets feuchtwarme Atmosphäre unterhielten. Kein Wunder also, daß wir jetzt noch in der kalten und dem nördlichen Theile der gemäßigten Zone vorzüglich in den Steinkohlenbergwerken die Ueberreste von kolossalen Farrn, Calamiten, Licopodien und anderen Vegetabilien auffinden, die jetzt überhaupt nicht, oder nimmermehr in gleichen geographischen Breiten vorkommen oder gedeihen; daß wir ferner als Denkmünzen der Entwickelungsgeschichte der Erde die Knochen von vorweltlichen oder eigentlich vorgeschichtlichen Riesenthieren in ungeheuren Mengen dort antreffen, obwohl wir die Erdrinde imganzen bis jetzt noch ziemlich ungenügend kennen.

Am Kotzebue-Sunde z. B. zieht sich (nach Berthold Seemann) eine 70 bis 90 Fuß hohe Klippenkette aus drei Lagen hin: unten ist eine 20 bis 30 Fuß dicke Eislage, darüber eine Thonschicht von 2 bis 20 Fuß, darüber Torf mit der ihn erzeugenden Vegetation. In der Mittelschicht finden sich verworren durcheinander die Knochenreste vom Mammuth, Moschusochsen, vom Dammhirsche, Elephantenzähne von 12 Fuß Länge und bis zu 240 Pfund Gewicht, Haarbüschel u. s. w.

Wenn man im Gouvernement Archangel noch Naphtaquellen findet, so weiset dieses auf ein kräftiges organisches Leben in diesen Gegenden während früherer Bildungsperioden der Erde hin. In den Eisfiords Spitzbergens finden sich posttertiäre Schichten mit versteinerten Pflanzen (auch Bernstein) und Thieren, wie sie in Norwegen vorkommen.

Auch in der Polarzone zeigt sich das Gesetz der fortschreitenden Organisation und sie erscheint als ein Bildungsheerd, von welchem aus Thiere und Pflanzen sich strahlenförmig verbreiteten.

Welch' eine reiche Vegetation die nördlichsten Theile von Grönland und Spitzbergen besessen haben müssen, geht daraus hervor, daß nach den Entdeckungen der vorjährigen deutschen Nordpolexpedition in den dortigen Thälern die Steinkohlenflöze zutage liegen. Ueberhaupt aber ist der Brennwerth aller bis jetzt bekannte Kohlenflöze so groß, daß er

dem eines hundertvierunddreißigjährigen Waldes gleichkommt, welcher die ganze Erdoberfläche einschließlich der Meere bedecken müßte. Außerdem ist das jetzt unwirthliche Sibirien eine wahre Fundgrube für das Elfenbein von Elephanten der Urwelt.

Die in Grönland aufgefundenen fossilen Pflanzenreste beweisen, daß dort in der Mitte der Tertiärzeit oder während der miocenen Periode ein sehr warmes Klima herrschte. Es wuchsen Fichten, Birken, Pappeln, Eichen mit 6 Zoll langen Blättern, Buchen, Wallnußbäume, Kastanien, Reben, Platanen, Tulpenbäume, Magnolien. Jetzt sind dort die Stämmchen der größten Gebüsche kaum daumdick. — Muscheln, welche früher in nordischen Gegenden eine besondere Größe erreichten (Trophon, clathiatus, Lacuna divaricata) oder sehr häufig waren (Panopoea norvegica), finden sich in den nördlichen Seen nur noch klein oder selten. Von den 59 Arten versteinerter Schalthiere, welche man in den untersten Schichten eines sehr feinblättrigen Thones bei Christiania in Schweden entdeckt hat, sind auch in Schottland bis jetzt 48 fossil aufgefunden worden. Von diesen untergegangenen Lebensformen findet man jetzt nur noch an der Ostküste Nordamerikas jenseits des Polarkreises lebende Reste (Leda arctica). Seit jener Zeit ihres Unterganges ist das Land um mehr als 500 Fuß gehoben worden, Schottland 526 Fuß. — An nicht wenigen Orten der gemäßigten Zone hat man die Reste von Riesenthieren einer untergegangenen Welt, welche einer höheren Temperatur bedurften, als sie die Fundorte jetzt haben, zum Theil in Menge vorgefunden. So wurden bei Kanstadt in Würtemberg in dem Tuff die Knochen eines Mammuth gefunden. Unter dem Reichthume fossiler Knochen, welche die Slouper Höhle in Mähren im devonischen Kalke birgt, hat man bisjetzt freilich noch nicht die von Dickhäuten, Wiederkäuern oder Nagern gefunden, sondern nur von reißenden Thieren, wie Höhlenbär, Hyäne, Katze, Vielfraß. Weil die Koprolithen oder die Kothbälle von den Hyänen am häufigsten sind, mögen diese Thiere vorzüglich die anderen überlebt haben. — Aber auch geringe geographische Breiten weisen die Spuren einer untergegangenen organischen Welt nach. Am Flusse Darling in der Kolonie Neu South-Wales in Australien sind in einer jetzt dürren Gegend die Knochen eines Thieres gefunden worden, welches mit dem Hippopotamos Aehnlichkeit hätte und zwischen den Dickhäutern (Pochydermen) und Cetaceen stand. — In den Gletscherregionen Neuseelands und zwar am Mount Richards hat Dr. Hector die Spuren des ausgestorbenen Riesenvogels Dinornis aufgefunden.

Nun ist es aber andererseits durch offen liegende Thatsachen auch unzweifelhaft, daß nicht blos die Polargegenden, sondern auch ein großer Theil der gemäßigten Zonen eine gewisse Zeit hindurch viel kälter gewesen sind als jetzt, oder daß in die Zeit der Abkühlung der Erde eine Periode größerer Kälte, als sie nach dem gewöhnlichen Verlaufe zu erwarten gewesen wäre, eingetreten ist, welche später zwar einer Erwärmung hat weichen müssen, aber ohne daß jene Gegenden je wieder eine der früheren Wärme auch nur einigermaßen nahe kommende Temperatur hätten erreichen können.

Es haben sich gewissermaßen als Zeugen davon nicht nur in der gemäßigten Zone, sondern selbst in der heißen bisheute noch ziemlich viele und auch nicht hoch gelegene Eisgrotten erhalten, z. B. die berühmte Höhle von Besançon, die Grotten auf Teneriffa, in Savoyen, Ungarn, Steiermark, im Ural. In Sibirien thaut jetzt noch in einer Tiefe von 2 bis 3 Fuß der Erdboden selbst während des Sommers gar nicht mehr auf. Im Schergin-Schachte bei Jakutzk war selbst bei 382 Fuß Tiefe die Temperatur nur — 2,4° R. und würde erst bei 582° Null sein, während sie bei etwa 200 Fuß Tiefe — 7° R. war. Das Victorialand in einer südlichen Breite von 70° bis 79° ist auch stets gefroren und ohne alle Vegetation.

Es war eine Vergletscherung eingetreten, welche nicht etwa blos die Polargegenden umfaßte, sondern außern Island ganz Skandinavien, Finnland, Wales, Irland, Schottland, theilweise Deutschland, namentlich den Harz, das Riesengebirge, Erzgebirge, die Vogesen, den Schwarzwald, ferner die Alpen bis nach Oberitalien hinein und Frankreich bis zu den Pyrenäen, den Altai, Kaukasus, Libanon, Himalaya, und seine Parallelzüge im Innern Hochasiens, auch Neuseeland und Südamerika, gleichzeitig ergriffen hat. In Norditalien sind von jenen Gletschern noch die Moränen, auf denen jetzt Wein gebaut wird, leicht zu erkennen: ein deutliches Zeichen, daß es später wieder wärmer geworden ist, wenn auch nicht so warm, als es vor der Vergletscherung gewesen sein muß. Die Gletscher in der Schweiz weichen selbst jetzt noch zurück in höhere Regionen oder sind entschieden im Abnehmen begriffen, indem sie unten abschmelzen.

Auch Darwin spricht nach einer genauen Prüfung der Vertheilung und Abänderung des organischen Lebens, die feste Ueberzeugung aus, daß die Abkühlung sich gleichzeitig über die ganze Erde erstreckt haben müsse und meint, auf die Pflanzengeographie gestützt, daß zur Zeit der größten Kälte unter dem Aequator am Meeresspiegel die

Temperatur so niedrig gewesen sei, wie sie jetzt dort in einer absoluten Höhe von 5 bis 6000 Fuß sich findet. Ueberdies stellt Darwin noch die für meine Auffassung von dem Grunde dieser Erscheinung äußerst werthvolle Behauptung auf, daß es für die Erde zwei Kälteperioden gegeben haben müsse.

Diese Behauptung wird bestätigt von Marlot und Oswald Heer. Jener fand in der Thalschlucht der Drance bei Martinach mächtige Lagerschichten Diluviums, welche sowohl unter, als auch über sich große Findlingsblöcke hatte; dieser schließt auf zwei Eiszeiten aus der Lagerung der Schieferkohlen von Wetzikon zwischen zwei erratischen Bildungen. Ebenso bietet Skandinavien bestätigende Beobachtungen dar.

Es ist durchaus natürlich, daß diejenigen Pflanzen- und Thierformen, welche durch den Eintritt der Eiszeit nicht vernichtet wurden, bei ihrem allmähligen Aufhören sich nach zwei Richtungen veränderten: die einen, welche sich während der Eiszeit durch eine längere Zeit der kalten Temperatur angepaßt hatten, besiedelten nachher die Berge und die Gegenden größerer Breiten, die anderen aber die Ebenen und die Gegenden geringerer Breiten. Dadurch bildeten sich verschiedene Charaktere und Formen.

Die jetzt noch auffällige Uebereinstimmung der Pflanzenwelt in den Polargegenden mit der in den Schneeregionen der Gebirge mittlerer Breiten, ja selbst der ganzen Erde, darf uns also nicht befremden, denn sie rührt aus der Eiszeit her. Dabei liegt uns aber der Gedanke fern, für gewisse Lebensformen einzelne Schöpfungsmittelpunkte anzunehmen, von denen aus eine spätere Verbreitung erfolgt und nur durch geologische Katastrophen eine inselartige Vertheilung hervorgebracht worden sei; wir sind vielmehr der Ansicht, daß überall auf der Erde, wo dieselben natürlichen Lebensbedingungen vorhanden waren, auch gleiche oder wenigstens ähnliche Lebensformen sich entwickelten.

Das Merkwürdigste bei den Kälteperioden ist, daß eine das Pflanzen- und Thierleben vernichtende Kälte nicht allmählig, sondern urplötzlich eingetreten ist, denn es wurden im hohen Norden elephantenähnliche Thiere so sehr überrascht, daß sie, in's Eis eingefroren, sich bis in dieses Jahrhundert noch vollständig erhalten haben. Im Jahre 1722 fand man an der Nordküste Sibiriens ein Mammuth, welches in einen Block des Schwammlandes eingefroren war; 1770 entdeckte Pallas am Wiluiufer ein vollständiges Rhinozeros, welches fressend von einer plötzlich einbrechenden Katastrophe überrascht worden sein muß, denn es war stehend eingefroren und hatte Nahrungsreste von Nadelhölzern in den

Vertiefungen der Backenzähne und 1804 strandete an der Lenamündung ein Mammuth, (Mastodon giganteus) welches schon 1799 in einen Eisblock eingefroren gesehen worden war. Sein Fleisch war noch so gut erhalten, daß die Hunde der Jakuten gierig davon verzehrten. Von der Mächtigkeit des Thieres, dessen Skelett jetzt im Museum zu Petersburg aufbewahrt wird, kann man sich eine annähernde Vorstellung machen, wenn man erfährt, daß seine Stoßzähne allein 360 Pfunde wiegen. 1843 fand man an den Ufern des Tas in Sibirien ein ähnliches Thier in ziemlich aufrechter Stellung im gefrorenen Boden, als wenn es versunken wäre. Auch an der Mündung des Jenisei wurde ein noch mit Fleischtheilen versehenes Mammuth aufgefunden, welches Dr. Schmidt 1866 zu untersuchen hatte. Man kann das Gebiet in Sibirien, in welchem die Gebeine vom Mammuth und Nashorn massenhaft vorhanden sind, auf Tausende von Geviertmeilen rechnen.

Wie furchtbar die völlig unerwartet hereinbrechende Kälte gewesen sein muß, geht auch noch daraus hervor, daß die einander feindseligsten Thiere, grasfressende und Raubthiere, sich in die noch einige Zeit etwas wärmer bleibenden Höhlen flüchteten und dort, wahrscheinlich unter den wüthendsten Kämpfen um ihr Dasein, welches außerhalb zu fristen, unmöglich geworden war, endlich einen gemeinsamen Tod fanden. Es ist nicht statthaft anzunehmen, daß die Knochen in solche oft sehr zerklüfteten Höhlen geschwemmt worden seien, zumal sie auch nicht abgeschliffen oder abgestoßen, sondern nur theilweise abgenagt sind; ebensowenig kann man annehmen, daß verhältnißmäßig kleine Raubthiere die ungeheuer großen grasfressenden Thiere werden dorthin geschleppt haben.

Die angeführten Thatsachen müssen in einem hohen Grade unser Erstaunen erregen und es ist sehr zu bedauern, daß Viele so selbstgenügsam sind, nur über die Umstände nachzudenken, unter welchen die thatsächlich vorhanden gewesene Vergletscherung allmählig aufgehört hat. Aber fassen wir alle Umstände zusammen, so unterliegt es keinem Zweifel, daß es unstatthaft ist, für die Entstehung der Eiszeiten örtliche Ursachen anzunehmen; wir erkennen vielmehr, daß die ganze, an eine höhere Temperatur gewöhnte organische Welt von einer plötzlich einbrechenden und die ganze Erde ergreifenden Kälte überrascht worden ist. Es kommt bei der Untersuchung der Eisperioden viel weniger darauf an zu zeigen, wodurch die Vergletscherung nach und nach aufgehört, als vielmehr durch welches Naturereigniß sie mit vernichtender Macht so plötzlich eingetreten ist. Jene Genügsamen sagen freilich ganz richtig, daß Europa jetzt noch mit Eis bedeckt sein würde, wenn man

die um den Südpol jetzt befindliche Eisdecke abnehmen und als Kappe um den Nordpol legen könnte; sie führen es auch als eine Thatsache an, daß Nordamerika jetzt noch eine niedrigere Temperatur hat als Europa unter gleichen Breitegraden, und daß auch letzteres eine größere Kälte gehabt habe. Wenn sie aber dem Golfstrome als gewissermaßen einem Wasserheizapparate die Hauptrolle für die Erwärmung Europas und für seine Befreiung von dem früheren Eise zuschreiben, so ist doch auch zu berücksichtigen, daß die ganze nördliche Halbkugel wegen der überwiegenden Ländermassen mehr freie Wärme zeigen muß, als die südliche; daß ferner die alte Welt mit Europa wegen ihrer größeren Ausdehnung von Osten nach Westen täglich während der gleichmäßigen Axendrehung länger von der Sonne beschienen wird als das mehr von Norden nach Süden ausgestreckte Amerika, und daß endlich die Lage der Hauptgebirgsmassen für die Erwärmung Europas eine günstigere ist. Uebrigens aber ist durch gar nichts erwiesen, daß der Golfstrom erst nach der Vergletscherung Europas und Asiens etwa durch neugebildete Korallenbänke, wie u. A. Karl Vogt meint, seine jetzige Richtung nach Europa genommen habe. Es ist vielmehr höchstwahrscheinlich, daß dieselbe in der jetzigen Weise solange bestanden habe, als die Erdoberfläche die jetzige Gestalt besitzt, welche durch die Eiszeit nur unwesentlich verändert wurde. Die Neigung des in der heißen Zone zwischen Afrika und Amerika erwärmten und sich oben haltenden Meerwassers von Amerika aus in einer wesentlich nordöstlichen Richtung nach Europa zu gelangen, hat theils einen gemeinschaftlichen Grund mit den oberen Passaten in der nördlichen Halbkugel, theils einen anderen in der nach Osten drängenden Flutwelle, bei welcher die nach Osten gerichtete Schwungkraft als mitwirkend angesehen werden darf. Dem Golfstrome weiset aber das von Norden andrängende kalte Wasser und der Höhenunterschied des Meeresbodens ein bestimmt begränztes und ziemlich flaches Bett von etwa 200 Faden Tiefe an, indem schon bei 100 Faden Tiefe seine Wärme bereits um 15° abnimmt, obwol in Neufoundland der Wärmeunterschied an der Oberfläche 20° bis 25° beträgt. (Auf meiner Fahrt stieg das Thermometer binnen von 3 Stunden von — 1,75° auf 15°.) Auch haben die Korallen wenig die Neigung, in einem so tiefen Meere, wie es der Atlantische Ocean durchschnittlich ist, sich ihre Bänke zu bauen, wie erstaunlich auch sonst ihre Thätigkeit ist. Sie besiedeln nur flache Stellen oder die obersten Spitzen untermeerischer Felsenriffe, da sie nur im warmen Wasser leben, welches eine mäßige Bewegung besitzt, um

ihnen den Kalk als das nöthige Baumaterial zuzuführen. Liegen Korallenriffe tief, so ist der Meeresgrund gesunken.

Ebensowenig haben Untersuchungen, welche das allmählige Verschwinden der europäischen Gletscher durch warme Luftströme, mögen sie nun aus dem Auflockerungsgebiete Mittelasiens oder aus den afrikanischen Wüsten als Föhn zu uns kommen, nachweisen wollen, für unsere Hauptfrage irgend einen Werth; denn es kommt bei der Untersuchung der Eisperioden offenbar zunächst nicht darauf an zu zeigen, wodurch die Vergletscherung nach und nach aufgehört hat, sondern wodurch sie entstanden ist und mit unwiderstehlicher Macht eine urkräftige organische Welt fast augenblicklich vernichtet hat.

Auf eine plötzlich hereinbrechende vernichtende Gewalt weisen auch noch andere Umstände hin. Die Tertiärflora und Fauna von Radoboj in Kroatien zeigt einen ungemein großen Reichthum des organischen Lebens. Auf einem einzelnen nicht großen Steine liegen manchmal 5 bis 6 verschiedene Ameisenarten durcheinander, dann noch Termiten und Heuschrecken. Die Lage und die Erhaltung der enormen Anzahl von Insekten beweiset, daß sie sogar im Fluge von einer Katastrophe — einem Orkane — überrascht und ins Meer geführt worden, nicht aber durch Wasserströmungen dahin geschwemmt worden sind. Die organischen Wesen der vorhergegangenen und der folgenden Zeit sind zerstört worden, weil sie allmählig dahinstarben.

Ehe ich zur Erforschung der Ursache über das Auftreten der Kälteperioden herantrete, muß ich noch einige Worte über das Vorhandensein der Erratischen Blöcke und Geschiebe vorausschicken, weil ich auch sie als Zeugen für die Richtigkeit meiner aufzustellenden Behauptung anrufen will.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß alle Hochgebirge bis auf eine nach den Umständen mehr- oder minder große Entfernung mit einem Gürtel von abgelösten Steinen umgeben sind. Nicht nur die fortwährend und überall zersetzenden Einflüsse der Atmosphöre und die in die Felsenspalten eindringende Vegetation, sondern auch die jährlich wiederholt eintretende Eisbildung aus dem in die Spalten gedrungenen Wasser und selbst große Sonnenhitze bewirkt Zerstörungen, Ablösungen und Zersprengungen von Gesteinen und Gebirgsmassen. Diese Prozesse müssen früher weit lebhafter als jetzt gewesen sein. Die Bruchstücke folgen nun entweder blos ihrem eigenen Gewichte oder sie werden von den aus den Gebirgen herabkommenden oft sehr reißenden Gewässern mit herabgeführt oder wandern mit den Gletschern der Hoch-

gebirge abwärts und werden dabei theilweise abgeschliffen. Findlingsblöcke aus dem Granit der inneren Alpenkette finden sich im Jura und ihre Wege sind durch Einritzungen, abgeschliffene Felsflächen und durch Moränenschutt der wandernden Gletscher bezeichnet. Wenn schon diese Erscheinungen früher in einem weit großartigeren Maßstabe stattfanden, als wir sie jetzt erkennen, so sind sie doch wahrhaft pygmäenartig gegen die, von welchen die Erratischen Blöcke und Geschiebe ein so deutliches Zeugniß ablegen, welche weit von den Gebirgen entfernt, oft durch Meere von ihnen getrennt und zum Theil in Ebenen, wo nie Gebirge gewesen sind, aufgefunden werden.

Gewaltige Granit-, Gneis- und Glimmerschieferblöcke, welche zweifellos den norwegischen und schwedischen Gebirgen angehört haben, liegen nämlich nicht nur in der germanischen und sarmatischen Tiefebene von Belgien bis an den Ural, sondern noch südlicher bis über die Alpen und Pyrenäen zerstreut. Die ungeheure Granitschale vor dem Museum in Berlin ist auch aus einem der bei Freienwalde in der Mark Brandenburg liegenden Findlinge geschliffen. — Die in der norddeutschen Ebene zerstreut vorkommenden grauen und röthlichen Kalksteine mit den stabförmigen versteinerten Cephalopoden stammen aus Gothland und Oeland. Auf den Azoren finden sich außer manchen Pflanzen, welche (nach H. C. Waston) einen etwas nördlichen Charakter an sich tragen, auch große Erratische Blöcke von Granit und anderen Felsarten, welche sonst in dieser Inselgruppe nicht vorkommen. Hin und wieder, namentlich auch in den schottischen und waleser Gebirgen, findet man, daß Hügel von Norden nach Süden bei der Wanderung der Blöcke durch sie geschrammt oder gefurcht, ja selbst wie abgeschliffen erscheinen. In Grönland ist dieses höchst auffallend.

Wie bedeutend in den Polargegenden die von Norden nach Süden gerichteten Strömungen gewesen sein müssen, erkennt man u. a. daraus, daß auf der Disko-Insel und der Halbinsel Mourfoak (71° nördl. Breite) die frühere Bedeckung der Steinkohlenlager ganz abgespühlt worden ist, so daß dieselben jetzt zutage liegen. Uebrigens beweisen die in Norfolk und Suffolk aufgefundenen fossilen Muscheln von entschieden arktischem Charakter aus der Miozönperiode, daß die über Grönland gegangenen Polarströmungen auch England erreicht haben.

Wenn sich in Braunkohlenlagern bituminöse Holzstämme finden, so liegen sie gewöhnlich nach Süden hin gerichtet. Auch ist es eine durch die Pflanzengeographie erwiesene Thatsache, daß weit mehr gleichartige

und verwandte Pflanzen von Norden nach Süden als umgekehrt gewandert sind.

Außerdem findet man in manchen Gegenden und bis zu mehr als 1000 Fuß Höhe über dem Meere ungeheure Mengen abgerundeter Geschiebe, wie man sie häufig zu Pflastersteinen verwendet. Letztere liegen vorzüglich in drei linienförmigen und in der Richtung von WNW zu NW nach OSO zu SO mit einander parallel laufenden Reihen. Diese Lagerung weiset deutlich darauf hin, daß sie durch eine ursprünglich von Norden herkommende Wasserflut getrieben wurden, daß aber die Richtung derselben bei ihrer Wanderung in geringere Breiten wegen der Axendrehung der Erde sich mehr und mehr in die von NNO zu NO verwandelte, ähnlich wie bei den unteren Passaten der nördlichen Halbkugel.

Auch in Nordamerika habe ich auf der Fahrt von New-York nach Buffalo solche Gürtel durchschnitten, in denen Geschiebe und Blöcke ebenfalls in ungeheurer Menge vorkommen. An den Küsten des stillen Meeres reichen die Felsentrümmer herab bis 46° nördlicher Breite, an der Ostseite Nordamerikas sogar bis zu 36° oder 37°, was ebenfalls auf eine so ziemlich von Norden her wirksam gewesene Kraft hinweist.

Ueberall sind die Blöcke umsoweniger abgerundet und abgeschliffen, je größer sie sind. Die großen sind also nicht durch Wasser am Erdboden fortgewälzt worden.

Auf eine auch von dem Südpole nach dem Aequator hingerichtete Strömung weisen schon die im Süden steil und spitz zulaufenden Ländermassen der südlichen Halbkugel hin. In Südamerika finden sich auch, namentlich vom 41sten Breitengrade an bis zur Südspitze die deutlichsten Beweise für eine durch frühere Gletscherthätigkeit bewirkte Fortführung von Felsblöcken und kleinen Steinen aus ihren Geburtsstätten nach geringeren Breiten. — Außerdem aber ist es auch hier eine durch die Pflanzengeographie festgestellte Thatsache, daß weit mehr gleichartige und verwandte Pflanzen von größeren zu geringeren Breiten gewandert sind, als umgekehrt.

Die Flora und Fauna der beiden Halbkugeln bietet selbst jetzt noch theils dieselben, theils ähnliche Formen dar. 46 Blüthenflanzen des Feuerlandes kommen auch in Nordamerika und in Europa vor, andere sind wenigstens verwandt; Neuseeland hat 25 Algenarten mit Europa gemeinschaftlich.

Wenn wir die Spuren der Menschen und ihrer Thätigkeit, z. B. die Pfahlbauten, deren allein bis jetzt in der Schweiz schon 140 mit

Steinbeilen und Instrumenten von Knochen aufgefunden worden sind, in den älteren Gletscherregionen auffinden, so darf man nicht dafür halten, daß sie aus besonderer Liebhaberei sich in oder an den Gletschern ein Paradies werden aufgesucht haben, sondern man muß an dem Gedanken festhalten, daß die Hochgebirge sowie die Polargegenden bei der allmähligen Abkühlung der Erde zuerst und noch vor dem Eintritte der Kälteperioden für die Erzeugung und Erhaltung organischer Wesen geeignet waren, und daß gerade diese Gegenden bei dem Eintritte der Katastrophe in den gemäßigten Zonen zuerst vergletschert wurden. — Das Menschengeschlecht war also bereits vor dem Eintritte der Kälteperioden vorhanden und hat in Europa mit vorweltlichen Elephanten, Rhinozerossen, Höhlenbären und Löwen zusammen gelebt und seine Horste wohl zum Schutze gegen sie auf Pfahlbauten errichtet. — Bei Fisherton unweit Salisbury ist ein Geräth aus der älteren Steinzeit gefunden worden, welches außer Gebeinen des Mammuth und sibirischen Nashorns die des grönländischen Lemming, sowie die eines Ziesel (Spermophilus), einer dem Murmelthiere nahestehenden Art, enthielt.

Uebrigens ist es auch sehr natürlich, daß wir für Deutschland aus jener Zeit noch nicht einmal eine Sagengeschichte haben, in welcher Aegypten bereits in hoher Kultur stand, denn dort war die frühere Vergletscherung noch nicht hinreichend gewichen, während hier schon eine dichtere Bevölkerung leben konnte. Scheinen doch die neuerdings im Saônethale aufgefundenen geschliffenen Steinwaffen nur ein Alter von etwa 4000 Jahren zu haben.

Es hat bisher nicht an Versuchen gefehlt, das Hereinbrechen der so berühmten Kälteperioden und die Wanderung der Erratischen Blöcke und Geschiebe wissenschaftlich zu erklären. Wenn große Findlingsblöcke in der Schweiz jetzt 20 ja bis 40 Meilen entfernt von ihrer ursprünglichen Lagerstätte liegen, so ist die Erklärung solcher örtlichen Erscheinungen nicht schwierig; wenn aber viele über Thäler, Hügel, Seen, Meere weit getragen worden sind, nicht blos bis in Ebenen, sondern auch an die Abhänge und Rücken von Bergen, so müssen wir nach tiefer liegenden Gründen forschen. Obwohl die bisherigen Untersuchungen nach meiner Ueberzeugung nicht zum rechten Ziele geführt haben, so wäre es doch nicht angemessen, wenn wir auch die wichtigeren von ihnen mit Stillschweigen übergehen wollten.

Auch die vortrefflichste Gletschertheorie, welche wir haben, bringt kein Licht über die Ursache des plötzlichen Hereinbrechens der Eis-

zeiten. Manche glauben freilich für die Wissenschaft genug gethan zu haben, wenn sie die Gründe für das allmählige Aufhören derselben erörtern und sich dabei darüber streiten, ob der die Gletscher der Schweiz zernagende Föhn im Innern Afrikas oder Asiens seinen Ursprung nimmt. Wenn man auch gefunden haben will, daß vor 800 Jahren die Schweiz wärmer und die Gletscher kleiner als jetzt, noch früher aber größer gewesen sein sollen; so hat diese Periodizität mit den eigentlichen Eiszeiten garnichts zu thun. Gehen wir nun auf einige Theorien über.

Die Einen haben gemeint, daß die Lage der Erdaxe plötzlich eine andere geworden und daß dadurch die Lage der Zonen und Klimate augenblicklich sich geändert habe. — Fr. Weiß sucht („Gesetze der Satellitenbildung") ein solches Ereigniß aus dem plötzlichen Einsinken eines Theiles der schon festgewordenen Erdkruste in die zwischen ihr und der Gluthmasse angeblich vorhandenen Hohlräume abzuleiten. Abgesehen davon, daß das Vorhandensein so bedeutender Hohlräume durch nichts nachgewiesen ist, würde das durch Herabstürzen eines Theiles der festen Kruste gestörte Gleichgewicht durch das Abströmen der inneren flüssigen Massen augenblicklich wieder hergestellt worden sein.

Aus demselben Grunde konnte auch nicht etwa bei der einseitigen Ablösung des Mondes eine Veränderung der Lage der Erdaxe eintreten. Dazu kommt, daß die Erde bei ihrem sehr großen absoluten Gewichte (123191 Trillionen Zollzentner), bei ihrer ziemlich schnellen Axendrehung und dem Umstande, daß sie hohl ist, ihre Axe mit einer ungeheuer großen Kraft in der einmal angenommenen Lage oder bestimmten Neigung gegen die Bahn um die Sonne festhält. — Abgesehen endlich davon, daß es an einer naturgesetzlichen Veranlassung zur Verlegung der Drehungsaxe fehlt, so ist es auch unbegreiflich, wie die bereits feste Erdkruste eine Abplattung hätte annehmen können, wie sie nur der heutigen Lage der Axe entspricht. Die jetzt vorhandene Abplattung trat schon ein als die Erde noch schmelzflüssig war und hat sich seit jener Zeit auch nicht geändert.

Andere nehmen die Sache noch leichter und sagen, daß Thiere, wie das an der Mündung der Lena aufgefundene, welche mit einem dichten wolligen Haare bekleidet waren, wol wie jetzt noch der Eisbär in so kalten Gegenden hätten leben können, oder meinen, daß sie, wenn sie nicht stets dort gelebt haben, aus geringeren geographischen Breiten dorthin eingewandert seien, wie sich ja heute noch einzelne Raubthiere der wärmeren Zone bis in nicht unbedeutende Breiten nach Sibirien verirren. Bedauerlich ist es, daß selbst Darwin der Ansicht ist, das einstige

Vorkommen von Elephanten und wollhaarigen Rhinozerossen in einem Eisklima sei nur ein Beispiel einer sehr gewöhnlichen Biegsamkeit der Konstitution für Akklimatisirung, während die jetzt lebenden Arten jener Thiere eine tropische Heimath hätten.

Allen diesen muß ganz einfach entgegnet werden, daß, wenn schon ein Rind täglich gegen 30 Pfunde Nahrungsmittel bedarf, ein so ungeheuer großes grasfressendes Thier, wie es doch das Mammuth und Knochen-Nashorn unstreitig gewesen sind, zu seinem Bestehen täglich wohl das Zehnfache gebraucht haben mag, und daß daher weder ein einzelnes Thier der Art noch viel weniger so ungeheuer große Scharen in jenen Gegenden mit ihrer jetzigen, wegen der Entgletscherung sogar besseren Vegetation und Temperatur die hinreichenden Nahrungsmittel finden konnten. Die Bekleidung des Thieres mit dichtem Haare ist gar kein Entscheidungsgrund, weil ja z. B. der in der heißen Zone lebende Löwe auch mit einer dichten Mähne und noch mehr das Faulthier über den ganzen Körper mit einem starken Haarpelze bekleidet ist. Wenn übrigens einzelne größere Raubthiere jetzt noch von Süden aus nach Sibirien eindringen, so sind es eben nur Raubthiere und nicht grasfressende.

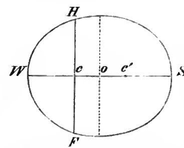
Die Ansicht, daß die Thiere oder deren Knochen durch Anspühlung aus geringeren geographischen Breiten dorthin gekommen sein sollen, bedarf wohl kaum der Widerlegung und ist namentlich durch die aufgefundenen vollständigen Thiere völlig unhaltbar geworden.

Die Ansicht von Poisson, daß die Erde auf der Wanderung des ganzen Planetensystems im Weltraume abwechselnd anderen Sonnen sich genähert und von ihnen sich wieder entfernt habe, also wärmer und kälter geworden sei, widerspricht der Gravitation; denn wenn unsere Sonne sich einer anderen auch nicht einmal bis zu dem jetzigen Abstande des Neptun von ihr genähert haben sollte, so würde das ganze Planetensystem in Verwirrung gerathen und mancher Planet der Sonne sogar untreu geworden sein, abgesehen davon, daß die neue Sonne auch in einer solchen Nähe für die kleine Erde kein großer Wärmespender gewesen sein würde. Spuren solcher Störungen sind niemals nachgewiesen worden und würden auch an der Erde die bekannten Wirkungen durchaus nicht haben hervorbringen können. Man begreift nicht, wie ein so namhafter Mathematiker sich mit einer so leeren Phantasie befassen konnte.

Auch die Annahme kalter und warmer Stellen im Weltraume, in welche die Erde bei ihrer Wanderung gekommen sein soll, ist unstatthaft,

weil sie gegen das Gesetz des Gleichgewichtes ist, welches für den Weltäther nach seiner ganzen Natur in noch strengerer Weise gelten muß als für die luftigen Stoffe der Erde. — Daß übrigens die Erde bei ihrem Laufe auf andere Stoffe nämlich die Kometenstoffe trifft, ist zwar Thatsache, nicht aber, daß diese zarten Stoffe so große und so schnelle Herabsetzungen der Wärme zu erzeugen fähig wären, als hier nothwendig sind. Wenn solche kosmische Stoffe in einem dichteren Zustande zwischen Erde und Sonne treten, so ist wohl ein kleine Verminderung der Temperatur, niemals aber ein so großer und plötzlicher Sprung möglich.

Adhémar sucht die Eisperioden der Erde aus dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichenpunkte (Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators) auf ihrer Bahn um die Sonne zu erklären.



Bedeutet in Fig. 9 WFSH die hier auffallend elliptisch gezeichnete Bahn der Erde um die Sonne, welche sich in dem einen Brennpunkte c befindet; steht HF durch c lothrecht auf der großen Axe WS und befindet die Erde sich in der Wintersonnenwende oder beim Beginne unseres astronomischen Winters im Sonnennähepunkte W; so ist sie beim Beginne des Sommers im Sonnenfernpunkte S, während der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche in F, bei der Herbst-Tag- und Nachtgleiche in H. Die Erde verweilt gegenwärtig in der Bahnstrecke FSH etwa 8 Tage länger als in der Bahn HWS, weil sie bei der Annäherung zur Sonne schneller, beim Entfernen langsamer in ihrer Bahn vorwärts geht; also ist für die nördliche Halbkugel der Erde jetzt das Sommerhalbjahr um fast 8 Tage länger als das Winterhalbjahr.*)

Nun rücken aber wegen der abgeplatteten oder sphäroidischen Gestalt der Erde und festen Lage ihrer Axe unter dem Einflusse der Anziehung des Mondes und der Sonne (weniger der übrigen Planeten) die Durchschnittspunkte F und H jährlich um 50,3 Sekunden vorwärts, d. h.

*) Es währet nämlich für die nördliche Halbkugel jetzt
der Frühling 92 Tage 22 Stunden, } zusammen 186 Tage 12 Stunden,
" Sommer 93 " 14 "
der Herbst 89 Tage 17 Stunden, } zusammen 178 Tage 18 Stunden.
" Winter 89 " 1 "

F nach S, H nach W hin und durchlaufen so die ganze Bahn von Osten nach Westen oder in der Richtung des scheinbaren Sonnenlaufes während 25765 Jahren; also werden die Bewohner der nördlichen Halbkugel nach der halben Zeit oder in 12882,5 Jahren beim Beginne unseres Winters nach dem Sonnenfernpunkte gekommen sein, und dann ist unser Winterhalbjahr um so viel länger als früher das Sommerhalbjahr. Letzteres ist übriges schon seit dem 21. Dezember des Jahres 1248 v. Chr. im Abnehmen begriffen.

Adhémar meint nun, daß alle 25765 (nicht 21000) Jahre jede der beiden Halbkugeln einmal überfluthet werde, gegenwärtig die südliche, weil die kalte Halbkugel während ihres langen Winters mehr Wärme durch die Ausstrahlung verliere, als sie durch die Besonnung während des kurzen Sommers gewinne, daß daher die kältere Halbkugel durch das in größerer Menge sich ansetzende Eis gewichtiger werde als die wärmere, und somit die Gewässer mit ihren zerstörenden Wirkungen vorzüglich nach jener strömen müßten.

Dagegen aber ist Folgendes zu erinnern. Es steht zunächst wissenschaftlich fest, daß die durch die Sonne auf der Erde während eines ganzen Jahres erregte Wärme für jede der beiden Erdhälften genau gleich ist, weil bei der einen Hälfte (jetzt der nördlichen) zu einem langen kalten Sommer (Sonnenferne) ein kurzer warmer Winter (Sonnennähe) und bei der anderen (jetzt der südlichen) zu einem kurzen warmen Sommer (Sonnennähe) ein langer kalter Winter (Sonnenferne) gehört. — Die Annahme, daß während des langen Winters in der Sonnenferne mehr Schnee fallen soll, als die Sonne während des kurzen Sommers in der Sonnennähe zu schmelzen imstande ist, wird durch den Umstand widerlegt, daß bei der Bildung des Schnee's zugleich Wärme in demselben Maße frei, als sie beim Schmelzen desselben gebunden wird, daß also eine Ausgleichung eintritt. Uebrigens aber sind bedeutende Schneefälle in mittleren Breiten viel häufiger als in den Polarländern, wo sie sich vorzüglich auf die Küstengebiete beschränken. Dazu kommt noch, daß nach genauen Feststellungen der Isothermen auf beiden Halbkugeln die Gesammtwärme der Erde zur Zeit der Sonnenferne (für unseren Sommer) sogar größer ist als in der Sonnennähe, weil in jenem Falle die besonnte Länderfläche, in diesem die Wasserfläche eine größere ist. — Ferner ist durchaus nicht sicher, daß die eine Erdhälfte während ihres längeren Winters durch Ausstrahlung in den Weltraum mehr Wärme verliert, als sie durch die Besonnung während des kurzen Sommers empfängt, denn die Ausstrahlung wird durch die Schnee- und Eisdecke

und den bedeckten Himmel, wie er während solcher Winter meist stattfindet, außerordentlich gehemmt. Nur bei heiterem Himmel und Windstille ist es im Winter wegen der nur unter diesen Umständen stattfindenden Ausstrahlung recht kalt. — Endlich aber duldet die stets unveränderte Axendrehung der Erde und daher die ganz bestimmte Fliehkraft eines jeden Punktes, sowie die gleiche Fliehkraft je zweier Punkte in beiden Halbkugeln mit gleicher geographischer Breite eine solche Verlegung des Schwerpunktes blos nach der einen oder blos nach der anderen Erdhälfte durchaus nicht, am wenigsten auf eine so lange Reihe von Jahren. Diejenigen Eismassen, welche sich in den Polargegenden etwa über den Gleichgewichtszustand vorübergehend bilden sollten, wandern jetzt noch alljährlich nicht nach den Polen hin, sondern in geringere Breiten, um geschmolzen zu werden und zugleich die durch die Verdunstung des Meeres in diesen Breiten eingeleitete Störung des Gleichgewichtes zu verhindern. Zur Herstellung des durch die Polarströmung einigermaßen gestörten Gleichgewichtes trägt auch der Umstand bei, daß ein Zweig des Golfstroms nördlich von Spitzbergen zwischen 81° und 81° 42′, bis wohin die Schweden im vorigen Jahre (1868) gelangten, unter den Polarstrom nach Norden hin eindringt (wahrscheinlich bei einer Temperatur von 4° C.). Wenn die Eismassen auch ungefähr ¹/₈ ihres Rauminhaltes über das Meerwasser hervorragen, so ist doch das von ihnen verdrängte Wasser nicht leichter, sondern grade ebenso gewichtig als sie selbst, so daß schon in dieser Beziehung eine Störung des Gleichgewichtes durch sie nicht hervorgebracht wird. — Ueberdies entspricht auch das Verhältniß zwischen den Höhen des Festlandes in der nördlichen Halbkugel und den Tiefen des Meeres in der südlichen durchaus nicht einer in Adhémars Theorie angenommenen Verlegung des Schwerpunktes.

Wenn auch während des Fortrückens der Tag- und Nachtgleichenpunkte auf der Ekliptik Frühling und Sommer allmählig um 8 Tage kürzer werden als Herbst und Winter und wenn auf diese Weise eine abwechselnde Abkühlung der beiden Polarzonen wirklich angenommen werden könnte, so ist sie doch eine viel zu unbedeutende, viel zu langsame und auch auf einen allzugroßen Zeitraum ausgedhente, als daß wir die obige jedenfalls plötzlich eingetretene Katastrophe dadurch irgendwie genügend erklären könnten, und schon aus diesem Grunde allein ist diese ganze Theorie hinfällig. Dazu kommt noch, daß die Erde in der Sonnennähe sich befände, wenn für die nördliche Halbkugel der Herbst und Winter um 8 Tage länger ist.

Etwas tiefer eingehend erscheint auf den ersten Augenblick die An-

sicht von James Croll, welcher die Kälteperioden auf den Wechsel der Excentrizität der Erdbahn zurückführt.

Gegenwärtig unterscheidet sich die Bahn der Erde nicht sehr bedeutend von einem Kreise, denn der Unterschied ihrer größten und kleinsten Entfernung von der Sonne (oder der Entfernung der beiden Brennpunkte c und c′ der Ellipse in der früheren Zeichnung 8) ist kaum der dreißigste Theil der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne. Früher ist die Excentrizität allerdings bedeutend größer gewesen: im Jahre 1800 betrug sie gegen 3, vor 210000 Jahren gegen 10½ Millionen englische Meilen und vor etwa 314000 Jahren hatte sie ihren höchsten Werth von mehr als 14 Millionen englische Meilen. In einem so langen Zeitraume erreicht die Entfernung der beiden Brennpunkte c und c′ abwechselnd ihren kleinsten und ihren größten Werth.

Bei einem solchen Unterschiede der Entfernung scheint sich die Verschiedenheit der Wärme durch die Besonnung in den beiden Halbkugeln der Erde allerdings zeigen zu müssen, besonders wenn bei dem auch hierbei nicht ausbleibenden steten Fortrücken der Tag- und Nachtgleichen-Punkte die Sonnenwendepunkte zugleich die Endpunkte der großen Axe WS zu der Zeit sind, wenn die Excentrizität am größten ist. Indeß unter Berücksichtigung des Gesetzes, nach welchem die durch die Besonnung erregte Wärme abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen, ist das Verhältniß der durch den Wechsel der Excentrizität hervorgebrachten Wärmeschwankungen doch nur 1000: 1003, also sehr unbedeutend. Außerdem aber gelten auch für diese Ansicht wesentlich dieselben Einwendungen, wie für die vorige. Wenn nämlich bei wechselnder Excentrizität die Schärfe der Gegensätze in den Jahreszeiten für jede der beiden Halbkugeln wol auch wächst, so findet doch, da dieses Wachsen innerhalb eines sehr großen Zeitraumes stattfindet, die Thatsache einer urplötzlichen Ueberraschung durch einbrechende große Kälte für solche Thiere, welche an ein tropisches Klima gewöhnt waren, gar keine Erklärung. Wäre die Abkühlung wirklich so langsam geschehen, wie sie aus den beiden letzten Theorieen sich ergeben würde; so wäre die ganze an höhere Wärme gewöhnte Thierwelt jedenfalls nach und nach gegen den Aequator hin ausgewandert und hätte sich nicht in großen Schaaren bei dem gleichzeitig gesteigerten Mangel an Lebensmitteln dem sicheren Tod durch Kälte und Hunger preisgegeben.

Eine bei dem Fortrücken der Tag- und Nachtgleichenpunkte auf der Erdbahn und bei dem Wechsel der Excentrizität eintretende allmählige kleine Schwankung in der Lage der Erdaxe gegen die Erdbahnebene

(der Ekliptik gegen den Aequator) beträgt für die letzten 100000 Jahre nur 1° 21′, kann in Millionen von Jahren nicht mehr als 3° bis 4° vom Mittel abweichen und ist daher auch nicht imstande einen wesentlichen Einfluß auf die Schärfe des Gegensatzes in den Jahreszeiten auszuüben.

Bei dem großen und vollkommen gerechtfertigten Ansehn, welches Charles Lyell in der ganzen geologischen Welt genießt, darf ich seine Ansicht über die Eiszeiten nicht mit Stillschweigen übergehen. Er leitet ihre Entstehung vorzüglich aus der geographischen Vertheilung von Land und Wasser, aus der durch Veränderung dieser Vertheilung veränderten Richtung der Meeresströmungen und auch aus dem Wechsel der Excentrizität ab.

Es ist allerdings begründet, daß die Sonnenstrahlen auf dem Festlande mehr sogenannte freie, d. h. durch das Thermometer meßbare Wärme hervorrufen, als auf dem Meere. Wäre also das Land nur um die beiden Pole gleichmäßig vertheilt, so würde sowohl die Gesammtwärme der Erde als auch namentlich die des breiten Gürtels zu beiden Seiten des Aequators am geringsten sein; wäre aber das Land nur um den Aequator zu beiden Seiten gleich vertheilt, so würde die Wärme der Erdoberfläche am bedeutendsten sein. In beiden Fällen wäre keine der beiden Halbkugeln vor der andern bevorzugt. Ist aber das Land auf die beiden Halbkugeln ungleich vertheilt, so ist es auch die Wärme und zwar in der Weise, daß diejenige Halbkugel wärmer ist, welche mehr Land enthält, gegenwärtig also die nördliche. Hätte in früheren Zeiten die südliche mehr Festland enthalten, so würde sie die wärmere oder die nördlichere die kältere gewesen sein und die Eiszeit gehabt haben.

Gegen diese Ansicht spricht vorallem die durch Vergleichung der Isothermen beider Halbkugeln ermittelte Thatsache, daß der durch diese Verhältnisse erzeugte Wärmeunterschied in den beiden Halbkugeln nur unbedeutend ist, indem derselbe bei der jetzigen Vertheilung wenig mehr als einen Grad beträgt; ferner der Umstand, daß die Hebungen und Senkungen des festgewordenen Theiles der Erdoberfläche erweislich stets viel langsamer stattgefunden haben, als daß sie so plötzliche und umfassende Katastrophen hervorzubringen vermocht hätten, und endlich ist Lyell auch den Beweis dafür schuldig geblieben, daß ein solcher Wechsel in den Erhebungen wirklich in der durch die organischen Ueberreste bezeichneten geologischen Periode stattgefunden habe und haben müsse. — Wollte man den Wechsel der Excentrizitäten zuhilfe nehmen, so würden wir in den geologischen Bildungen weit häufiger, als es der Fall ist,

Unterbrechungen in den Uebergängen versteinerter Organismen antreffen müssen. In Neuschottland z. B. sind Schichten von 15000 Fuß Mächtigkeit ohne irgend eine Spur eingeschalteter Eszeit und von der Kohlen- bis zur Kreidezeit zeigen die fossilen Reptilien keinen Sprung. Wir können bei der Erdkrustenbildung wenigstens zwölf Erneuerungsperioden annehmen, nicht aber so viele Eiszeiten nachweisen. Alle Untersuchungen, auch die in der Schweiz, deuten nur auf zwei. Zudem ergriff die hereinbrechende Kälte die ganze Erdoberfläche, also auch das Innere der großen Kontinente, auf welche der nicht so sehr bedeutende Temperaturunterschied verschiedener Meeresströme gar keinen Einfluß hat. Hätte etwa der Golfstrom in früheren Zeiten bei einer anderen Richtung z. B. Grönland befähigen können, daß auf ihm Dikotyledonen gediehen? Oder welche Meeresströmung hat denn Sibirien für die Schaaren von Dickhäutern hinreichend erwärmt.

Wir sind durch alle obigen Theorieen nach meiner Ansicht um keinen Schritt weiter gekommen in der uns vorliegenden Hauptfrage, nämlich:

> durch welche besonderen Ereignisse trat die nach unzweifelhaften Thatsachen urplötzliche Abkühlung der ganzen Erde und die Vergletscherung eines großen Theiles derselben im Gegensatze zu der unter gewöhnlichen Verhältnissen naturgemäß ohne Unterbrechung allmählig fortschreitende Abkühlung der Erde ein.

Die Beantwortung glaube ich aus der von mir angenommenen Abschleuderungstheorie für die Entstehung unseres Planetensystems ohne Schwierigkeit geben zu können.

Wir wollen uns in die Zeit zurückversetzen, in welcher die Venus und der Merkur noch mit dem Zentralkörper verbunden waren. Die Erde sowie jeder von den oberen Planeten hatte zu dieser Zeit eine elliptische Bahn in bestimmter Entfernung um den Zentralkörper angenommen und hielt sie fest, zufolge der Anziehung durch letzteren und seiner eigenen Fliehkraft.

Weil der Zentralkörper bei seiner fortschreitenden Verdichtung eine schnellere Axendrehung annahm, so mußte endlich einmal, als die Erde bei ihrer größten Annäherung an ihn eine nicht unbedeutende Flutwelle erzeugte, der Augenblick eintreten, in welchem diese Welle als neuer Planet, nämlich als Venus, sich ablöste.

Wenn aber der Zentralkörper durch Abschleuderung eines neuen Planeten an Masse verlor, also nun weniger stark anzog, so konnten die Erde und alle übrigen entfernteren Planeten sofort ihrer Fliehkraft

mehr folgen, und sie flogen augenblicklich weiter in den Weltraum und zwar so weit fort, bis das Gleichgewicht zwischen der neuen jetzt kleineren Zentralkraft und der Fliehkraft hergestellt war.

Demnach mußte die Erde mit ziemlich großer Geschwindigkeit in einer kurzen Zeit eine Strecke von der Sonne sich entfernen, als die Venus vom Zentralkörper abgeschleudert wurde. Jetzt fliegt die Erde in ihrer Bahn um die Sonne in 1 Sekunde durch 4 Meilen, vor der Entstehung der Venus, also in einer engeren Bahn um den Zentralkörper, ging sie noch schneller, zumal in der Sonnennähe und daher war ihre Fliehkraft in der That eine größere als sie jetzt ist.

Ebenso wird Merkur sich abgelöst haben, als Venus in der Sonnennähe war. Bei seiner Entstehung ist die Erde zwar wieder eine Strecke fortgeflogen, aber weniger weit.

Weil die Erwärmung eines ganzen Planeten durch die Sonne abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen, so kann bei der plötzlichen Zunahme der Entfernung der Erde von der Sonne die plötzliche Abnahme der Temperatur ihrer ganzen Oberfläche nicht unbedeutend gewesen sein.

Ist doch jetzt noch auf der Erde der durch Besonnung oder Insolation erzeugte Wärmeunterschied zu den Zeiten der Sonnennähe und Sonnenferne bei einer Excentrizität von nur 347080 Meilen, während die halbe große Axe der Bahn 20666800 Meilen beträgt, höchst auffallend. Im südlichen Australien z. B. ist, wie neuerdings nachgewiesen worden, im dortigen Sommer, also zur Zeit der Sonnennähe, der Unterschied der Temperatur im Schatten eines Gegenstandes und in den Sonnenstrahlen viel größer (und sogar für die Gesundheit höchst nachtheilig) als bei uns im Sommer oder zur Zeit der Sonnenferne.

Es gehört nun in der That weniger eine lebhafte Phantasie dazu, als vielmehr eine strenge und naturgesetzliche Berücksichtigung aller gegebenen Verhältnisse, um sich die großartigen nothwendigen Folgen für die Erde in dem Falle, daß sie mit allen durch ihre Gravitation an sie gefesselten Gegenständen der Oberfläche in ganz kurzer Zeit sich eine Strecke von der Sonne entfernte, recht klar zu vergegenwärtigen. Wir müssen großartige Erscheinungen auch mit einem großartigen Maßstabe messen und dürfen dabei niemals vergessen, daß alle Naturgesetze durchgreifende und für ewige Zeiten giltige sind.

Das plötzliche Herabsinken der Temperatur auf dem ganzen Erdkörper war sofort begleitet von den furchtbarsten Niederschlägen von Schnee und Eis, nur in der heißen Zone, namentlich am Aequator der

Erde vielleicht noch von Regen. Wenn aber auch dadurch der größte Theil der grade vorhandenen Dünste bald niedergeschlagen war, so währte diese Erscheinung doch noch eine ziemlich lange Zeit fort; denn das Wasser, vorzüglich in der Aequatorialzone, kühlte nicht so rasch ab, als das Festland. Auch in den gemäßigten und kalten Zonen blieb das Wasser noch längere Zeit namhaft wärmer als das Festland. Aus den Gewässern entwickelten sich also äußerst lebhaft immerfort Dünste, welche in größeren Breiten beider Halbkugeln, sowie auf hohen Gebirgen selbst der heißen Zone sich massenhaft als Schnee und Eis absetzten. Daß anfänglich der noch einige Zeit warme Erdboden auch in den Polarzonen den Schnee schmolz, ist wol selbstverständlich. Schon daraus aber ergeben sich Polarstörungen, welche leichter bewegliche Gegenstände fortführten.

So nun wurde nicht nur die Polarzone, sondern auch ein großer Theil der gemäßigten Zone vergletschert. Ein Meer von Eis bedeckte die ganze sarmatische und germanische Tiefebene. Die ungeheuren Gletscher in Neuseeland und dessen Fauna liefern den Beweis, daß auch gleichzeitig die südliche Halbkugel vergletschert war. Auch in den Kordilleren haben sich früher die Gletscher weit über ihre jetzige Gränze herabbewegt, namentlich in Zentral-Chile.

Dadurch wurde das natürliche Gleichgewicht zwar nicht der beiden Halbkugeln gegen einander wol aber auf der Oberfläche jeder einzelnen insofern gestört, als die Erde nach dem Beharrungsvermögen nicht blos ihre frühere Drehungsgeschwindigkeit beibehielt, sondern in ihrer größeren Unabhängigkeit von der Sonne sogar eine etwas größere annahm. Die Polarzonen aber und die ihnen benachbarten Strecken der gemäßigten enthielten wegen der ungeheuren Menge von sich festsetzenden Niederschlägen zu viel Masse.

Nun ist für den weiteren Verlauf zu berücksichtigen, daß doch auch die innere Erdwärme sich noch einige Zeit hindurch nach dem Weiterfliegen der Erde geltend machte. Während dadurch die Eismassen an ihrer Sohle schmolzen, erneuten sie sich oberhalb durch den unablässig fallenden Schnee, welcher am Tage durch die Sonnenwärme nur theilweise schmolz. Wir haben hier also in der That eine ungeheure Gletscherbildung über einen sehr großen Theil der um die beiden Pole liegenden und bis tief in die gemäßigten Zonen hineinreichenden Erdoberfläche, an welcher selbst die hohen Gebirge der heißen Zone theilnahmen, so daß dort alles organische Leben vernichtet wurde.

Durch das Schmelzen des Eises an seiner unteren Fläche mittelst

der Erdwärme wurden diese Gletscher nach und nach flott, konnten somit, ihrer Schwungkraft folgend, zur Herstellung des gestörten Gleichgewichtes ihre Wanderung nach geringeren Breiten antreten und nahmen als Passagiere diejenigen Felsenblöcke mit sich fort, welche von den höheren Theilen der nordischen Gebirge bei dieser Katastrophe durch das nach dem Eintritte der Kälte sich bildende Eis waren abgesprengt worden. Dergleichen Absprengungen mußten vielfach und wiederholt vorkommen, weil einige Zeit hindurch abwechselnd die innere Erdwärme den Schnee und das Eis in Wasser, die äußere Kälte dieses in den Spalten zu Eis verwandelte. Da die Eisfelder bei ihrer Wanderung in wärmere Gegenden allmählig schmolzen und beim Stoße an Hindernisse auch Risse bekamen, wodurch nach und nach Zwischenräume entstanden; so fielen zuerst die kleineren Steine durch, und verloren, weil sie immer noch weiter fortgespühlt wurden, am meisten ihre scharfen Kanten; die größeren Felsenblöcke machten aber häufig eine größere Reise auf dem Eise mit und wurden daher weniger abgerundet. Jene gaben das Erratische Geschiebe, welches sich bei den wiederholt eintretenden Stauungen der Gewässer in lang ausgedehnten Schichten ablagerte; diese aber die Erratischen Blöcke. — Es ist ferner höchst wahrscheinlich, daß die am Fuße der nordischen Gebirge bereits vor dem Eintritte der Kälte vorhanden gewesenen und bereits einigermaßen abgerundeten Geschiebe in das neu entstandene Eis endlich einfroren, dann mit ihm fortgeführt und zuletzt auch mit abgelagert worden sind.

Es ist leicht begreiflich, daß so gewaltige Katastrophen die Gestalt der Länder zum Theil verändert haben werden. So läßt sich aus der Uebereinstimmung in der Thier- und Pflanzenwelt entnehmen, daß England und Nordfrankreich zusammengehangen haben; ebenso Spanien und Nordafrika, wie die beiden in ihnen gemeinschaftlich vorkommenden Affen und früher Elephantenarten angeben; ferner auch Italien und das nördliche Afrika, denen nicht nur Hyänen und Affen gemeinschaftlich waren, sondern es lebte auch der Elephant, welcher heute noch im Innern Afrika's zuhause ist, an den pontinischen Sümpfen. Ebenso ist es Thatsache, daß das Sumpfschwein, dessen Reste man in fast allen Pfahlbauten der Schweiz aufgefunden hat, vollkommen übereinstimmt mit einer jetzt noch im Innern Afrikas heerdenweise lebenden Art, welches jetzt selbst von den sonst strenggläubigen Muhamedanern mehr und mehr zu einem Hausthiere gemacht wird. Eben so lebt die Torfkuh, deren Reste man in den Pfahlbauten Graubündtens gefunden hat, jetzt in Algier, welches früher mit Europa zusammenhing und selbst

manche europäische Kulturpflanzen haben in Afrika (zum Theil in Aegypten) ihre Heimath.

Weil auch die Nordpolländer fast ringsum zusammenhingen, ist es erklärlich, daß Thiere und Pflanzen bei ihren südlichen Wanderungen nach Europa auch in Amerika in der letzten Tertiärzeit mehr, als es jetzt der Fall ist, verwandte Gattungen aufzuweisen haben.

Ebenso bildeten Skandinavien, Dänemark und Schleswig-Holstein früher ein Ganzes und der Sund, sowie der Kategat waren noch nicht vorhanden; aber wo wir z. B. ausgestorbene Austernbänke jetzt im Festlande antreffen, muß früher Meer gewesen sein. So war die Wüste Sahara Meeresgrund, da man dort jetzt noch Austernbänke und die im Mittelmeere lebende Herzmuschel findet.

Die auf die Eiszeit folgende Periode mit ihren Ablagerungen von Lehm, Sand, Kies, Geschieben und Felsenblöcken heißt die Diluvialperiode oder die Formation das Diluvium mit den eingebetteten Resten des Mammuth, Rhinozeros, verschiedener Weichthiere u. s. w.

Daß wir die Reste der vielen riesenhaften und sicher plötzlich untergegangenen Thiere der vorangegangenen Periode meist in einiger Tiefe im Erdboden oder Sande begraben finden, ist nach dem Gesagten sehr natürlich. Das grauenvolle Bild der Zerstörung alles Lebens durch die plötzlich hereinbrechende Kälte wurde zuerst bedeckt von dem durch die Gewässer herbeigeführten Schlamme und Sande; die Eismassen mit den Gesteinen kamen aber etwas später, so daß letztere meist nicht sehr tief unter der Erdoberfläche liegen. — Ebenso ist es jetzt erklärlich, daß einzelne von den Thieren, welche am meisten nördlich lebten, sich bis in unsere Tage als Leichen erhalten konnten, als ob sie in einem Eiskeller sich befunden hätten. Da die Fliehkraft dieser nördlichen Fundorte bei der Axendrehung der Erde nicht sehr groß ist, so entfernten sie sich nach ihrem schnellen Tode nicht weit von ihren früheren Wohnorten. Daß übrigens die Kälte unmittelbar nach dem Eintritte der Katastrophe weit größer war, als sie jetzt unter derselben georgaphischen Breite ist, ergibt sich leicht daraus, daß die innere Erdwärme allmählig mäßigend auftrat.

Auch ist es nicht räthselhaft, daß man in Höhlen die Knochen der einander feindseligsten Thiere zusammen findet. Die Thiere flüchteten in die anfänglich noch wärmeren Höhlen und kämpften dann bei dem sofort eintretenden Nahrungsmangel einen furchtbaren Vernichtungskampf. Wir brauchen nicht mehr zu der unnatürlichen Annahme unsere Zuflucht zu nehmen, daß kleinere Raubthiere sich ungemein großer Gras-

fresser bemächtigt und sie in so ungemein großer Menge in die Höhlen geschleppt haben sollen. — Diejenigen Thiere, welche dem Tode entgangen waren, namentlich also die an den Gränzbezirken, traten Wanderungen an, um sich eine für sie geeignete Temperatur aufzusuchen. Auf diese Weise ist es klar, daß bei der so plötzlich einbrechenden Kälte die vorhandene überreiche Thierwelt in der jetzigen kalten und in den höheren Theilen der gemäßigten Zonen sofort ihren Untergang finden mußte.

Wenn auch in den Polargegenden und in einem Theile der gemäßigten Zonen und namentlich auf dem Festlande das organische Leben durch den plötzlichen Eintritt von Kälte vernichtet wurde, so erhielt es sich in den Gränzgebieten ungeachtet einer tieferen Temperatur. Man weiß aus Erfahrung, daß gefrorene Fische sich wieder erholen, wenn sie vorsichtig aufgethaut werden,*) daß Frösche wieder in's Leben gebracht wurden, wobei sie anfänglich nicht athmeten, so daß sie auch in sonst tödlichen Gasen nicht starben; daß das Leben selbst warmblütigere Thiere, z. B. der Katzen und selbst der Vögel durch eine mäßige Kälte noch nicht vernichtet wird. Ich weiß aus eigener Wahrnehmung, daß eine Schaar von Schwalben, welche im Herbste an einem Dachfenster von einem Nachtfroste überrascht worden war, in einem ungeheizten Zimmer wieder ins Leben zurückgerufen wurden. Es ist natürlich, daß die vergletschert gewesenen Strecken nach dem Eintritte einer allmähligen Erwärmung von geringeren Breiten aus wieder einigermaßen bevölkert worden sind. Bekannt ist z. B. daß Grönland, namentlich an seiner Ostküste, zufolge früherer Einwanderung noch zu Anfange des zwölften Jahrhunderts so stark bevölkert war, daß man 15 oder 16 Kirchen und einige Klöster zählte. Die dann sich geltend machende allgemeine Abkühlung der Erde ließ den dortigen Aufenthalt später weniger gemüthlich erscheinen.

Wir können auf Thatsachen gestützt annehmen, daß nach der letzten Kälteperiode die innere Erdwärme bereits in vorhistorischer Zeit ein gewisses Gleichgewicht hergestellt habe und daß von da an eine sehr allmählige Abkühlung des Erdganzen vorschreitet. Die naturharten Eskimos, welche ihre öde Heimath mit sehnsüchtigem Heimweh lieben, als wäre sie ein Paradies, haben sich in geringere Breitegrade ziehen

*) B. Franklin berichtet als höchst merkwürdige Thatsache, daß bei seinem Aufenthalte im Fort Entreprise unter 64° 28' N. Br. ein Karpfen bei einer Kälte, in welcher Branntwein gefror, nach 36stündiger Erstarrung am Feuer wieder auflebte und sich kräftig emporschnellte.

müssen, denn man hat verlassene Ansiedelungen derselben bis zu 77 Grad Breite aufgefunden. Grönland hat ja seinen Namen, weil es ein grünes Land war; jetzt aber ist sein Inneres mit Eis bedeckt und selbst die Küstengegenden zeigen uns nur braune Flechten, weniges Grün und einige Zwergbäume, die am Erdboden hinschleichen und die höhere allzukalte Luft meiden. Island würde die sogar ganz intelligente Bevölkerung, welche es im elften und zwölften Jahrhunderte hatte, jetzt nicht mehr ernähren können. In der Provinz Preußen trieb noch der Deutsche Orden mit Erfolg den Weinbau da, wo jetzt nicht mehr eine Spur davon vorhanden ist.

Wenn schon die uns vorliegenden Thatsachen aus der Thier- und Pflanzenwelt den Nachweis davon führen, daß alles Leben sich mehr und mehr von den Polen nach dem Aequator hinzieht; so ist es noch von ganz besonderem Interesse, aus J. Opperts sprachlichen Untersuchungen als hervorragendes Ergebniß zu entnehmen, daß Hochasien seine Bevölkerung von Sibirien aus erhalten, daß also eine Völkerströmung von größeren zu geringeren Breiten stattgefunden habe.

Da man im Diluvium des Themsethales auf die Gebeine eines Flußpferdes gestoßen ist, welches dem Hippopotamus des Nils nahe steht, und auch auf eine zweiklappige Muschel, welche sich in keinem europäischen Flusse mehr vorfindet, wol aber im Nil und im südlichen Asien; so ist man zu der Annahme genöthigt, daß auf eine erste Eiszeit wieder eine ganz milde Temperatur gefolgt ist. Die erste Eiszeit geht vielleicht zurück bis zur Miozenperiode. Aber die letzte Eiszeit, welcher diese Thiere erlagen, trat erst am Schlusse der tertiären Periode ein, und bildet somit den Anfang der geologischen Gegenwart, in welcher Zeit erst Frankreich von England, Spanien von Nordafrika, Tunis von Italien getrennt wurde.

Abgesehen davon, daß die Geologie auf zwei Kälteperioden hinweiset, hat auch der ebenso vorsichtige als geistreiche Darwin aus der Pflanzenvertheilung denselben Schluß gezogen. In Australien sind Pflanzenformen, die mit Formen des gemäßigten Europa's verwandt sind, aber doch so sehr abweichen, daß eine solche Abänderung kaum seit der letzten Eiszeit erwartet werden kann.

Wenn man nicht blos in den Gebilden der Tertiärperiode, sondern selbst in den weit älteren, abgerundete und abgeschliffene Findlingsblöcke eingeschlossen findet, so sind diese nicht etwa die Beweise von einer ganzen Reihe früherer Kälteperioden, welche die ganze Erde ergriffen haben könnten, sondern zeigen nur, theils daß selbst in noch

heißen Zeiten auf Hochgebirgen schon Gletscher vorhanden waren, theils daß schon frühzeitig Strömungen, aber nicht blos von Wasser sondern selbst von breiartigen Flüssigkeiten, z. B. von Kreidebrei, stattgefunden haben.

Obwohl der Abschleuderungstheorie eine innere Berechtigung wol kaum abzusprechen sein dürfte, so sind doch solche mehr äußere und mittelbare Gründe wie die zwei Kälteperioden, für deren Bestätigung immerhin äußerst werthvoll. Ich werde dieselbe so lange als richtig ansehen, bis man mir aus Naturgesetzen über die schiefe Lage der Planetenaxen gegen ihre Bahnen, namentlich über die Lage der Axe des Uranus, ferner über die Verschiedenheit der Entfernungen und des spezifischen Gewichtes der Planeten, über die einseitige Lage der Monde zu ihren Planeten, über die Entstehung einer so großen Schaar von Planetoiden und Meteorsteinen, ferner in Betreff der Kälteperioden der Erde und über die Wanderung der erratischen Blöcke und Geschiebe zwingendere Erklärungen gibt. Es ist bei diesen Untersuchungen, als sollte unser richtiges Verständniß großartiger Naturerscheinungen nur durch eine naturgemäße Deutung ganz vereinzelt dastehender Erscheinungen und Thatsachen wesentlich gefördert werden; so durch die Ringe des Saturn, so durch den von Lord Roß im nördlichen Flügel der Jungfrau beobachteten Nebelfleck, so durch das Riesenthier in dem Eiskeller der Polarzone u. s. w.

Wollte man die Abschleuderungstheorie einer mathematischen Prüfung unter Benutzung der jetzigen Gewichtsverhältnisse aller Körper unseres Systems unterwerfen, was zu thun ich nicht unterlassen habe; so würde man freilich auf Schwierigkeiten kommen, welche einigen Zweifel an ihrer Richtigkeit aufkommen lassen; aber es ist zu berücksichtigen, daß der Zentralkörper bei und nach der Ablösung der einzelnen Planeten und diese selbst immer fort noch durch die Gravitation der während dieser Zeit im Weltraume reichlich zerstreuten Stoffe zu ihnen an Masse wieder allmählig zunahmen, so daß also die jetzigen Gravitationsverhältnisse für die damaligen Zustände gar nicht maßgebend sind, um einen Einwand gegen alle obigen, so höchst einfach sich ergebenden Folgerungen zu begründen.*)

*) Hierbei fällt mir ein, daß noch im Jahre 1820 oder 1822 Dr. Nürnberger in Dresden im Morgenblatte durch Zahlen bewies, man werde mit Dampfschiffen niemals von Europa nach Amerika fahren können. Zahlen beweisen nur unter gewissen Voraussetzungen.

Dritter Theil.

Entstehung und Vervollkommnung des organischen Lebens.

a) Allgemeine Gesichtspunkte.

Nec species sua cuique manet; rerumque novatrix
Ex altis alias reparat natura figuras.

Ovid.

Geschähe das von schlauen Priestern erlassene Verbot des Bibellesens nur wegen der darin enthaltenen Schöpfungsgeschichte, so würden die Naturforscher damit ganz einverstanden sein. Nach meiner Ueberzeugung sind selbst in vielen Stellen von Ovids Metamorphosen weit richtigere Naturanschauungen enthalten, so daß man sie mit wahrer Befriedigung liest. Hier wollen wir ohne Phantasiegebilde nur an der Hand der Thatsachen mit nüchtern prüfendem Verstande übersichtlich ein System aufzubauen suchen, welches über jeden Einwand erhaben ist, wenn auch im Einzelnen noch Vieles einer weiteren Erforschung bedarf.

Wird die geologische Entwickelung des Erdkörpers bei einer nur äußerst allmählig erfolgenden Abkühlung von seiner ursprünglich mehr als 6000° betragenden Wärme ins Auge gefaßt und berücksichtigt man, daß die Entstehung und Weiterbildung des organischen Lebens auf der Erde nur mit der so langsam vorschreitenden Abkühlung immer Hand in Hand gehen konnte; so ist es unmöglich zu glauben, daß die ganze frühere und jetzige Pflanzen- und Thierwelt aufeinmal oder

auch nur sprungweise in einzelnen Schöpfungsperioden entstanden sein kann.

Seit bereits zehn Jahren wird ein heftiger Streit darüber geführt, ob jeder Organismus aus einer Zelle, einem Keime oder einem Eie entstehen müsse und auch zu jeder Zeit entstanden sei oder ob eine elternlose Zeugung durch die in der Natur liegenden Kräfte möglich sei und stattgefunden habe. Ich halte diesen Kampf als solchen, obwol er schon recht gute Früchte eingetragen hat, für einen vollkommen unberechtigten; indem der erste Fall sich eigentlich doch nur auf die Frage beschränkt: woher entstand die erste Zelle, der erste Keim, das erste Ei?

Wenn nun heute noch ein Verständiger nicht wird sagen wollen: auf übernatürliche Weise, durch einen von den Naturgesetzen durchaus unabhängigen Willen; so bleibt nur noch der andere Fall übrig und es ist eine Aufgabe nicht mehr der phantasiereichen Naturphilosophie, sondern einzig der ausführenden Wissenschaft, die ersten Quellen für das ganze jetzt so wunderbar verschiedene organische Leben zu entdecken und daran die allerdings schwierige Untersuchung zu knüpfen, welche zeigt, wie aus dem Einfachen nach und nach das Zusammengesetzte und Vollkommnere sich entwickelt hat. Charles Darwin hat in dieser Richtung so Vorzügliches geleistet, wie bisher kein Naturforscher vor ihm. Die große Arbeit ist aber noch lange nicht abgeschlossen, sondern bedarf noch der angestrengtesten Forschung.

Wir müssen nach dem Angeführten unerschütterlich festhalten an dem Gedanken: die ersten Keimzellen für das ganze heutige organische Leben sind nicht geschaffen, sondern durch Naturkräfte entstanden, als die Erdoberfläche hinreichend abgekühlt und in einem Zustande war, daß die Atome der verschiedenen Stoffe zueinander in nähere Wechselwirkung treten konnten.

Wenn ich es nun im Folgenden versuche, die allmählige Entwickelung des organischen Lebens mit der Stufenfolge des Fortschrittes unserer Erde, wenn auch nur übersichtlich, in einen geschichtlichen Zusammenhang zu bringen, so fühle ich besonders in diesem Punkte meine Schwäche gegenüber der großen Schwierigkeit des zu überwältigenden höchst wichtigen Stoffes und wegen der lückenhaften Kenntnisse von dem in diesem Punkte immer noch so unvollkommen erforschten Erdkörper. Am wenigsten Schwierigkeiten macht es noch zu zeigen, wie die heutige organische Welt genealogisch abstammt von den belebten Wesen aus der Tertiärzeit. Weiter zurück vermehren sich die zu lösenden Aufgaben noch weit mehr.

Die niedrigsten Lebensformen der Algen und Infusorien sind früher entstanden, als man bisher gewöhnlich gemeint hat. Es ist wol längst ausgemacht, daß das Leben niederer thierischer Organismen meist schon bei 48,8° bis 56,5° vernichtet wird, nicht aber die Fähigkeit der Fortpflanzung, welche selbst durch das Kochen nur um einen oder zwei Tage verzögert wird.

Dadurch ist in vortrefflicher Weise für die Erhaltung des organischen Lebens gesorgt auch für den Fall, daß in die fortschreitende Abkühlung der Erdoberfläche ein Rückfall in eine höhere Temperatur an einzelnen Orten eintreten sollte, wie es bei Durchbrechungen vonunten so oft geschehen ist.

Wie aber durch allmählige Gewöhnung selbst höher entwickelte Thiere eine ziemlich bedeutende Wärme ertragen können, habe ich bei Goldfischen beobachtet, welche das in ein großes Becken mit einer Victoria regia-Pflanze zuströmende etwa 50° warme Wasser geradezu liebten.

Die Versuche von Wymann haben entschieden nachgewiesen, daß sich Infusorien aus Saamen entwickeln können, wenn sie nicht länger als höchstens 5 Stunden einer Temperatur von 80° R. ausgesetzt waren; je kürzere Zeit es geschah, desto eher trat das organische Leben ein: bei 1/2 Stunde Behandlung schon am ersten Tage, bei 1 Stunde am zweiten Tage u. s. f. Es wurden dabei alle äußeren Einflüsse sorgfältig beseitigt, dann die Saamen mit Fleischstücken, Fleischsaft, Zuckerlösung erweicht, in Flaschen gebracht, aus denen die alte Luft entfernt und durch heiße ersetzt wurde und dann wurden die versiegelten Flaschen in kochendes Wasser gethan.

Ein sechs Stunden lang gekochter, ja selbst einer Temperatur von 120° R. Wärme oder auch einer sehr niedrigen Temperatur (am Maladetta-Gletscher bei 9000 Fuß Höhe) ausgesetzter Aufguß von Gerste entwickelte, ungeachtet hermetischer Absperrung bei 14° R. den Hefenpilz, zersprengte unter einer Wärmeentwickelung bis zu 21,5° R. die Flaschen. Aber auch jeder andere kalte und warme Aufguß irgend eines Thier- oder Pflanzenstoffes bekommt nach Stunden oder Tagen, je nach der Wärme, Jahreszeit, Besonnung, Art des Aufgusses, ein Häutchen, welches aus sehr kleinen Körperchen bis zu 1/30000 eines Zolles zusammengesetzt ist; schon 6 Stunden später sind diese größer geworden und haben sich zum Theil paarweise zu Stäbchen oder Fäden (Baktrionen) vereinigt, 12 Stunden später sind schon Reihen von theils runden, theils ein- oder mehrfach gegliederten länglichen Wesen (Vi-

brionen) entstanden, welche eine schlangenartige Bewegung zeigen, indem die Stäbchen an den Berührungsstellen abwechselnd ein- und auswärts gehende Winkel bilden. Nach einiger Zeit verlieren die Baktrien und Vibrionen die Bewegung, sie sterben ab, verwesen und es bildet sich ein zweites Häutchen mit eirunden Körperchen und einer Wimper (monas lens) und später mit mehren Wimpern, durch welche sie sich in Bewegung setzen und einen verdichteten Kern von verschiedenen Graden der Ausbildung und auch mit verschiedener Gestalt bekommen,: Amöba, Paramecia, Vorticella, Glaucoma u. s. w. Die höheren Infusorien entstehen erst nach dem Verschwinden der Baktrien und Vibrionen.

Nicht nur Licht und Wärme, sondern selbst die vorhandene Menge des Aufgusses hat auf die Entwickelung dieser Formen einen wesentlichen Einfluß, denn in einem flachen Aufgusse entwickeln sich nur Baktrien und Vibrionen, aber in einem unter sonst ganz genau denselben Bedingungen ausgesetzten tieferen Gefäße nach acht Tagen gewimperte Infusorien.

Es ist höchst merkwürdig, daß auch in der unorganischen Welt chemisch auf einander wirkende Stoffe ungeachtet derselben Temperatur je nach ihren Mengen ganz entgegengesetzte Reaktionen erfahren. Es kann z. B. bei Glühhitze der Sauerstoff durch Kupfer dem Wasserdampfe und durch Wasserstoff dem Kupferoxyde entzogen werden.

Wie der Fortschritt im Pflanzenleben, welches auch schon bei ziemlich hoher Temperatur beginnt, mit der Abnahme der Wärme an der Erdoberfläche vorschreitet, zeigt sich recht auffallend bei heißen Quellen; denn an den heißesten Stellen solcher Quellen zeigen sich die niedrigsten Pflanzenformen und auch nur in geringer Zahl; bei weiterem Laufe und erfolgender Abkühlung treten höher entwickelte und zahlreichere Pflanzen auf. Hooker fand Pflanzen in einer Quelle von 75,5° C., Alex. v. Humboldt bei 85° C. und Decloizeau sogar bei 97,5° C. vor. In den heißen Quellen auf Ischia sind grüne und braune Filze mit lebenden Eunotien und Oszillatorien bei 81° bis 85° C. — Nach Pasteur sollen trockene Sporen von Penicillium glaucum 108° C. fast unbeschädigt überdauern und in Luft selbst von 110 bis 121° C., während einer halben Stunde dann noch entwickelungsfähig bleiben. Hoffmann fand, daß die Sporen von Uredo destruens und segetum im trockenen Zustande bis 128° C. erwärmt werden können. Selbst vulkanische Tuffbildungen enthalten nicht selten organische Reste.

Es ist in der neuesten Zeit gelungen, die in der Luft schwebenden

Keime zu den mikroskopischen Lebensformen sichtbar zu machen, indem sie durch heiße, etwa von einem glühenden Platindraht aufsteigende Luft zerstört werden und dabei in einem Lichtkegel von elektrischem Lichte als dunkle Pünktchen erscheinen.

Die Entwickelung der Erdkruste aus dem Einfachen zum Zusammengesetzten ist erst durch eine während bedeutender Zeiträume fortlaufende Summirung und Verkettung physikalischer und chemischer Vorgänge bis zu dem Punkte gediehen, wo die ersten Spuren des organischen Lebens auftreten konnten. Die stetige Veränderung und Vervollkommnung der organischen Formen war aber bedingt durch die fortschreitende Verminderung der ursprünglich sehr hohen Temperatur des Erdkörpers bis zu gewissen Graden, durch Läuterung der Atmosphäre von verschiedenen Stoffen bei zunehmender Verdünnung, und abnehmendem Drucke, durch einen fortwährenden Wechsel zwischen Zerstörung und Neubildung und durch allmählige Klärung der Gewässer. Es ist jetzt keinem Zweifel unterworfen, daß die Entwickelung des organischen Lebens vollkommen mit der des Erdkörpers Hand in Hand ging und daß beide außerordentlich lange Zeiträume in Anspruch nahmen.

Erst nach hinreichender Verminderung der in der Atmosphäre anfänglich sehr reichlich vorhandenen aus dem Erdinnern sich lange Zeit ergänzenden Kohlensäure, durch welche auf der Erde Karbonate gebildet und Quarz ausgeschieden wurde, konnten thierisch-organische Geschöpfe entstehen. Durch das Blattgrün der Pflanzen bildete sich unter dem möglich gewordenen Einflusse des Sonnenlichtes der Kohlenstoff, welcher das Reduktionsmittel der schwefelsauren Salze ist. (Selbst Gaslicht ruft, wie kürzlich ermittelt worden ist, das Blattgrün hervor.) Die Zersetzungsprodukte der Silikate wurden im Wasser, namentlich dem kohlensäurehaltigen, aufgelöst und entweder von den Pflanzen aufgenommen, oder auch wie jetzt noch dem Meere zugeführt.

Das dann vorhandene Pflanzenreich gab die Mittel zur Erzeugung und Unterhaltung eines anfänglich noch sehr unvollkommenen Thierreiches, besonders in den Gewässern: es waren Pflanzenthiere, welche die aufgelöste kohlensaure Kalkerde und die Kieselerde absondern und dadurch nach ihrem Tode mächtige Ablagerungen an der Erdoberfläche erzeugten und auch jetzt noch in ziemlich großartiger Weise hervorbringen.

Zwischen dem Pflanzen- und dem Thierreiche zeigt sich ein ununterbrochener Kreislauf von Stoffumwandlungen. Durch die Pflanzennahrung wird dem Thierreiche Kohlenstoff zugeführt, durch den Athmungsproceß wird der Sauerstoff im Körper an Wasserstoff und Kohle gebunden

und daher Wasserdampf und Kohlensäure in die Atmosphäre ausgeathmet; die Pflanzen zersetzen letztere unter dem Einflusse des Lichtes, nehmen dabei den Kohlenstoff in sich auf und lassen den Sauerstoff für den Gebrauch der Thiere darin zurück. Uebrigens wird Kohlensäure durch die Pflanzen auch bei dem elektrischen Lichte, so wie bei dem des Magnesiums oder einer Gasflamme zerlegt. Gediegener Kohlenstoff (Diamant), sowie Schwefel entstanden auf der Erde erst, nachdem organisches Leben eingetreten war.

Wir sehen es in den alltäglichen Erscheinungen, in einem wie hohen Grade das Pflanzen- und Thierleben von dem Lichte beeinflußt wird. Verschiedene Blumen eröffnen ihre Kelche nur zu bestimmten Zeiten des Tages, also nur bei einem bestimmten Höhenstande der Sonne, so daß Linné sogar eine Art von Blumenuhr aufstellen konnte. Selbst Lampenlicht eröffnet die Blüthenkelche. Nicht blos in einem dunklen Raume, in welchem das Licht einseitig einfällt, sondern auch im Freien drehen sich Pflanzen nach der Lichtquelle hin; diejenigen aber, welche für die Einwirkung des Lichtes sehr empfindlich sind, bedürfen mehr der Ruhe als die anderen, denn die meisten von ihnen falten die Blätter und Blüthen zusammen und begeben sich selbst schon beim Eintritte einer Sonnenfinsterniß zur Ruhe; manche halten sogar einen Mittagsschlaf, andere aber führen ein schwärmerisches Nachtleben (Nachtviolen) und schwelgen mit ihrer Blüthenpracht (Königin der Nacht) und ihrem Dufte.

Die Wurzeln der Pflanzen und selbst die Luftwurzeln scheuen das Licht und entwickeln sich ihm entgegengesetzt. — Die Schwärmsporen der Algen zeigen Bewegungen theils nach, theils von der Sonne und die Drehung um die Längenaxe ihres Körpers nach links oder nach rechts richtet sich auch nach der Sonne, vorzüglich nach den blauen Strahlen derselben. Die verschiedenen Farben des Lichts sind überhaupt auf das Leben der Pflanzen von wesentlichem Einflusse. Keimpflanzen werden im rothen Lichte grün, wachsen grade, entziehen der Luft viele Kohlensäure, aber im blauen Lichte werden sie bleich, schwächlich, wachsen dem Fenster zu, verbrauchen wenig Kohlensäure.

Wie das Pflanzen-, so hängt auch das Thierleben mit dem Grade der Einwirkung des Lichtes zusammen. Es giebt Tag-, Dämmerungs- und Nachtschmetterlinge. Jeder Jäger, welcher auf Anstand geht, weiß es, daß der Mistkäfer fünf Minuten nach dem Untergange der Sonne schwirrend seine unsaubere Schlafstätte verläßt. Die Fledermäuse, Eulen und überhaupt Raubthiere führen meist ein Nachtleben und be-

sitzen ein dafür eingerichtetes Auge. Doch! Wir wollen diese Einflüsse des Lichtes hier nicht zu weit ausspinnen.

Die Wechselwirkung zwischen organischen und unorganischen Körpern, so wie zwischen Pflanzen und Thieren, durch welche Stoffe erzeugt und vernichtet wurden, war bei der Entwickelung der festen Erdkruste um so lebhafter, je weniger die Gewässer noch in die jetzt ihnen vorgeschriebenen engen Gränzen zurückgewiesen waren.

Wenn wir nun berücksichtigen, daß es der Chemie bereits gelungen ist, solche Stoffe zusammenzusetzen, welche der organische Lebensproceß erzeugt; daß dieses organische Leben, indem es zu Bausteinen für sich unorganische Stoffe verwendet, uns die wunderbarsten Verwandlungen zeigt, welche zum Theil mit einem in sich abgeschlossenen Einzelwesen vor sich gehen (Ei, Raupe, Puppe, Schmetterling oder: Saamenkorn, Pflanze, Blüthen, Früchte); wenn man ferner berücksichtigt, daß die Pflanzenreste in den Stein- und Braunkohlenlagern abwechseln mit Sandstein- und Thonschieferlagern, welche oft ganz erfüllt sind mit Thierresten: so kann man sich dem Gedanken nicht verschließen, daß die früher so äußerst lebhafte Wechselwirkung eine reiche Quelle für neue unorganische wie organische Bildungen gewesen ist, so daß mit der fortschreitenden Entwickelung des Erdkörpers auch immer neue Thier- und Pflanzengattungen auftreten mußten.

Die Vertheilung der organischen Ueberreste in der Erdkruste ist keineswegs eine zufällige, sondern es werden gewisse Formen nur in gewissen Schichten gefunden, so daß man aus einer richtig erkannten Stufenfolge der organischen Versteinerungen auf das geologische Alter der abgelagerten Gesteine, worin jene gefunden werden, einen Rückschluß machen kann. Dieses ist besonders wichtig, wenn Länder durch Meere getrennt sind, welche die Untersuchungen der Lagerungsverhältnisse verhindern.

Daran schließt sich folgerecht die Untersuchung über den Zusammenhang zwischen den Fortschritten in der Bildung der festen Erdkruste mit der allmähligen und zu höherer Ausbildung fortschreitenden Umgestaltung des organischen Lebens. Aber wie wenig auch jetzt eine gewisse Pflanzen- oder namentlich Thiergattung eine allgemeine Verbreitung über die ganze Erde besitzt und wie jetzt noch Höhenunterschiede eine Verschiedenheit in der organischen Welt bedingen, so ist es auch vonjeher gewesen und daher darf man nicht meinen, daß überall in gleichen Schichten auch ganz gleichartige Versteinerungen vorkommen müssen und daß eine Ungleichheit darin auch auf eine Verschiedenheit des Alters

der Schicht schließen lasse. — Ebensowenig fand das Aussterben alter und das Auftreten neuer Arten überall auf der ganzen Erde gleichzeitig statt. Eines aber können wir in dieser Beziehung mit ziemlicher Sicherheit behaupten, nämlich, daß in den vortertiären Ablagerungen die Ueberreste nur von ausgestorbenen Thier- und Pflanzenarten, in den tertiären aber ausgestorbene mit noch lebenden vermischt vorkommen, so zwar, daß um so weniger lebende sich finden, je tiefer man kommt, ohne daß eine scharfe Gränze zwischen Vorwelt und Jetztwelt sich ziehen läßt. Die Graphitlager bis hinab in die krystallinischen Schiefer dürfen wir wohl als die ältesten Zeugen organischer Reste anrufen, indem durch den Umwandlungsproceß zwar jede Lebensform vernichtet oder verwischt ist, der Kohlenstoff derselben aber als Zeuge ihres ehemaligen Vorhandenseins sich erhalten hat.

Organisches Leben hat also auch bereits vor der Absetzung der tiefsten Schichten des Silursystems bestanden. Die älteste bekannte Flora ist die devonische, welche sich durch das Vorhandensein der Kryptogamen auszeichnet. — Algen hat Göppert selbst im Diamanten nachgewiesen, woraus allein schon hervorgeht, daß er nicht das Produkt eines Schmelzungsprozesses ist. Bei hoher Temperatur und Zutritt von Sauerstoff verbrennt er zu Kohlensäure wird also nicht flüssig. Er ist durch Krystallisation aus einer Flüssigkeit, welche Kohlenstoff aufgelöst enthielt, entstanden. Manche Diamanten besitzen in kleinen Höhlungen etwas Flüssigkeit, welche wirklich durch Druck flüssig gewordene Kohlensänre ist, in welcher der Kohlenstoff sich möglicherweise auflöst. — Jentzsch fand im Porphyr und im Fettquarz des Malaphyr, welchen man als Eruptivgesteinen bisher einen feurigflüssigen Ursprung zuschrieb, also mitten in den Gemengtheilen von krystallinischen Massengesteinen, zahllose vollkommen gut erhaltene, fossile mikroskopische pflanzliche und thierische Organismen (Algen mit mehren Zellen und seitlich austretenden Zoosporen und sogar Sporenfrüchten, Infusionsthiere, Räderthiere) zuweilen sogar in dem Augenblicke der Ausübung ihrer Lebensfunktionen, welche sich in dem flüssigen Versteinerungsmittel bis zum Augenblicke der Krystallisation, von welcher man annehmen kann, daß sie urplötzlich eingetreten ist, ungehindert fortentwickelten. Es steht jetzt auch experimentell fest, daß unter hohem Drucke sich Wasser mit Silikaten zusammenschmelzen läßt, woraus folgt, daß das Wasser unter hohem Drucke auch schon bei der Bildung plutonischer Gesteinmassen mitgewirkt hat.

In Telesi, in Terra di Lavoro, in Apulien und anderwärts hat

man ganz nahe an der Oberfläche gleichwie bei erratischen Blöcken Stücke von Tuff gefunden, welcher zwar vulkanischer Natur ist, aber durch die eingeschlossenen fossilen Muscheln, sowie durch seine schichtenförmige Gestaltung sich als Wasserbildung zeigt. Wenn diese Erscheinung freilich nicht häufig vorkommt, so liegt wol der Grund davon darin, daß die bei vulkanischer Thätigkeit vorhandene Hitze die Thierwelt entweder vertrieb oder vernichtete. Die blos aus der Gewalt des Feuers hervorgegangenen Felsenmassen enthalten keine Fossilien, wol aber die Bildungen, bei welchen Wasser thätig war und solche Wasserbildungen, welche durch die Gewalt des Feuers verändert worden sind.

Wie außerordentlich mächtig und allgemein verbreitet in der Natur der Trieb ist, organisches Leben nicht blos vor der Zerstörung zu bewahren, sondern es auch hervorzurufen, zeigen u. a. auch die Versuche von Lamaire. Das Wasser, welches aus den Dünsten menschenerfüllter Räume gewonnen wurde, zeigte nach zwei Stunden in luftdicht verschlossenen Flaschen runde, eiförmige und zylindrische Körperchen, nach sechs Stunden war es trübe und ließ bereits die Infusorien Bacterium und Vibrio und eiförmige Monaden erkennen; nach weiteren zehn Stunden hatten sich die Bakterien, Vibrionen und Monaden nicht nur bedeutend vermehrt, sondern auch Sporen gebildet, während die zuerst vorhanden gewesenen durchsichtigen Körperchen an Zahl abgenommen hatten. — Je weniger Menschen in dem betreffenden Raume vorhanden gewesen waren, desto längere Zeit nahm die Entwickelung in Anspruch; aber sie geschah sogar noch mit Benutzung der Luft, welche blos in der Nähe menschenerfüllter Gebäude aufgefangen worden war.

Daß die Keime dieses mikroskopischen Thierlebens auch an der Oberfläche unseres Körpers vorhanden sind, läßt sich nun wol schon vermuthen, ist aber auch unmittelbar bestätigt. Aus dem acht Tage lang vom Körper nicht entfernten und dann abgelösten Schweiße ganz gesunder Menschen, sowie aus der Haut an den Füßen entwickelten sich dieselben Thierformen.

Die mikroskopischen Organismen haben für den Haushalt der Natur als zerstörendes und erhaltendes Element eine erst in der neueren Zeit richtig erkannte, außerordentlich wichtige Bedeutung erlangt, zumal ihr Vorhandensein wegen ihrer Kleinheit sich der gewöhnlichen Wahrnehmung meist ganz entzieht und ihre Vermehrung in unglaublich schneller Weise geschieht. In der ganzen Natur sind übrigens die Begriffe von groß und klein nur bezügliche, denn für ein Infusions-Thierchen ist ein Tropfen Flüssigkeit eine große Welt, indem es ja mit

tausend ähnlichen Geschöpfen in diesem, wie es uns scheint, kleinen Raume zusammenlebt. Das Mikroskop zeigt uns unter ihnen wahrhaft Entsetzen erregende Gestalten und Werkzeuge der Vertheidigung oder des Angriffes, die, wenn sie in gleichem Verhältnisse bei einem Thiere von etwa der Größe eines Pferdes vorkämen, unser höchstes Erstaunen erregen würden.

Aber nicht blos das mikroskopische Thierleben, sondern auch das Pflanzenleben umgiebt uns überall und dieses sogar in noch reicherer Fülle. Die Saamen des Pilzes, an welchem unsere Stubenfliegen im Herbste häufig sterben, die Saamen des Hefenpilzes, schweben in unendlicher Anzahl, jedem Auge unsichtbar in der Luft und werden von uns und den Thieren eingeathmet.

Der Anfang des organischen Lebens.

Nach den gewöhnlichen Beobachtungen entstehen neue organische Wesen durch Fortpflanzung und diese besteht in einer Theilung, Knospung oder in der Entwickelung aus dem Ei zufolge geschlechtlicher Verbindung. In allen diesen Fällen wird für die Entstehung eines neuen Wesens das Vorhandensein wenigstens eines älteren von derselben Art vorausgesetzt. Wollte man nur diese Fortpflanzungsweise festhalten und sie rückwärts fortsetzen, so würde man schließlich, wie schon oben angedeutet worden ist, bei einem Urzeuger stehen bleiben müssen, welcher durch einen unbeschränkten und gesetzlosen Willen aus dem Nichts geschaffen worden sein müßte. Weil aber die geologische Entwickelung des Erdkörpers nicht jederzeit die Bedingungenk des Lebens für alle jetzt vorhandenen verschiedenen Wesen enthalten hat und es andererseits thatsächlich feststeht, daß im Laufe außerordentlich langer Zeiträume organische Formen zugrunde gegangen und andere entstanden sind, so müßte man eine Reihe einzelner Schöpfungsacte annehmen, in denen die verschiedenen Urzeuger durch ein Wunder hervorgerufen worden sind. Es gibt aber jetzt wohl kaum einen Gebildeten, welcher sich dem blinden Glauben hingibt, daß die Welt, sowohl in ihrem weitesten Sinne, als auch in dem engern bezüglich unserer Erde und auch in dem engsten in Betreff der auf ihr lebenden Geschöpfe aus dem Nichts geschaffen worden sei und daß man gewisse gegliederte Schöpfungsperioden für die ganze unorganische und organische Welt annehmen müsse. — Nichts in der unendlichen Welt ist **geschaffen;** Alles ist **geworden** und bleibt im Werden. Jeder zeitweilige Zustand

ist die naturgesetzliche Folge oder Wirkung aus vorangegangenen als ursächlichen; jeder Widerspruch gegen anerkannte, aus Thatsachen abgeleitete Naturgesetze ist Irrthum, Phantom ohne Werth.

Die tiefere Naturforschung zeigt uns in zweifellosen Schriftzügen, daß überall in dem unendlichen Raume, sowohl im Großen bei den Weltkörpern (Makrokosmos), als auch im Kleinen bei den mikroskopischen Lebensformen (Mikrokosmos) eine Entwickelung und ein Fortschritt vom Einfachen zum Zusammengesetzten, von niederen zu höheren Gebilden, stattgefunden habe und noch stattfindet. Aber diese Umwandlungen sind nicht ein Spiel des Zufalles, eine Laune der Natur; sondern sie geschehen nach ewigen unveränderlichen Naturgesetzen, welche zwar schon in jedem Einzelnwesen walten, wenn es auch wie ein flüchtiger Schatten dahin fliegt, welche aber erst dann richtig erkannt werden, wenn wir den Blick auf das Ganze richten und zu erforschen suchen, wie sich hier Glied an Glied reihet, wie jede Form des Daseins ein nothwendiger Bestandtheil der unendlichen Kette von Gebilden ist. Wenn also auch jedes Einzelnwesen vergänglich ist, so ist es doch nicht das Gesetz seiner Bildung und Umwandlung und wenn die Vielgestaltung der Lebensformen jeden Zusammenhang auch zu verneinen scheint, so erkennt doch der tiefere Forscher bestimmte Verwandlungsgesetze und baut die Wissenschaft der Morphologie (Häckel, Naegeli, Krause) auf, welche eigentlich nicht blos die auf einem Weltkörper lebenden organischen Wesen, sondern den ganzen Weltenbau umfassen sollte.

Die größte Schwierigkeit bietet die Auffindung des Ausgangspunktes für alles organische Leben dar. Wo und unter welchen Bedingungen kam in die scheinbar todte unorganische Masse das organische Leben und was ist der äußere Mechanismus des Lebens?

Leben ist überall in der ganzen unendlichen Natur bis in die kleinsten kaum denkbaren Räume. Es eilen Welten dahin in ungemessenen Bahnen; es fliegen Saamen mikroskopischer Gebilde in zahllosen Schaaren unsichtbar vor unseren Augen vorüber. Wo ist da eine Gränze für das Leben in dem unendlichen Raume?

Die Bedingungen aber für das Leben sind überall durchaus dieselben, weil die Stoffe und die Kräfte im ganzen Weltraume dieselben sind, und unter gleichen geologischen und physikalischen Verhältnissen muß zu allen Zeiten und allerwärts dasselbe geschehen. Die tiefe Ueberzeugung von der Einheit aller waltenden Kräfte können wir aber erst am Ende dieses Werkchens als das Gesammtresultat unserer

Untersuchungen erlangen, indem es der Schlußstein des aufzuführenden Gebäudes ist.

Der äußere Mechanismus des Lebens zeigt sich, wir können es mit Zuversicht sagen, in nichts Anderem, als in Bewegungen. Sie sind schon vorhanden in den ersten Bedingungen für organisches Leben, nämlich im Stoffwechsel der aufgenommenen Nahrungsmittel. Hierbei bewegen sich die verschiedenartigen Stoffatome theils voneinander, theils zu einander, wie es polarelektrischen Körpern zukommt. Wir nehmen dieses vorläufig als eine Thatsache hin, ohne uns bis jetzt um den natürlichen Grund davon zu bekümmern und bauen darauf weiter, müssen es aber hier schon mit Bestimmtheit aussprechen, daß der Stoff der Körper für sich allein eine Bewegung weder erzeugt, noch vertilgt, daß also auch die Entstehung der ersten lebenden Wesen durch eine Selbstbelebung des Stoffes (Generaito aequivoca) nicht stattgefunden hat, sondern daß sie durch eine einheitliche, die Stoffe in Bewegung setzende Naturkraft bewirkt worden ist, die von Ewigkeit her thätig ist und auch in Ewigkeit ungeschwächt thätig bleiben wird.

Diese kosmische Naturkraft kennt keine Gränze; sie wirkt auch auf die Zellen sogar nicht blos unter der Wasserfläche in allen lebenden Organismen, sondern auch unter der festen Erdrinde bis auf eine gewisse Tiefe bildend und umformend und erzeugt die ersten Regungen des Lebens. Schon der tiefe Denker Aristoteles war ein Anhänger der Urzeugung durch Naturkräfte, er vermochte aber noch nicht, ein wirkliches System aufzustellen. Jetzt nach mehr als 2200 Jahren dürfen wir darum nicht mehr verzweifeln, wenn auch noch große Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Es ist von außerordentlicher Tragweite für die Entwickelung des ersten Lebens, daß die chemische Untersuchung der vulkanischen und chemischen Auswurfsgesteine, ungeachtet der Verschiedenheit der äußeren Kennzeichen keine schroffe Trennung zuläßt, sondern daß nur allmählige Uebergänge stattfinden. Im allgemeinen kann man quarzführende und quarzfreie, kieselsaure und basische Gesteine unterscheiden, welche in allen geologischen Perioden neben einander zur Erstarrung gelangten, denn die neuesten trachytischen Laven (besonders die Trachytporphyre) sind oft ebenso reich an Kieselsäure, als die ältesten Granite; und die ältesten Grünsteine und Syenite sind oft ebenso basisch, als die neuesten basaltischen Laven.

Säuren und Basen bilden einen elekrischen Gegensatz, also:

Ueberall in und auf der Erde ist ein Gegensatz elektrischer Elemente vorhanden, welcher die Grundbedingung der **Bewegung** ist, in welcher die Quelle des Lebens, der stofflichen Umwandlung und der Formgestaltung liegt. Die sog. Lebenskraft ist also wesentlich nichts weiter, als die bei der Mischung und Entmischung der Stoffe mit Kraftentwickelung auftretende Bewegung der Stoffe.

Daß die Elektrizität die erste Quelle für das organische Leben ist, zeigt sich u. a. darin, daß die Drüsen der Schleimhaut unseres Magens zwei elektrisch entgegengesetzte Stoffe, eine Basis und eine Säure, enthalten; also wird schon die erste Bedingung des Lebens, nämlich der Stoffwechsel der genossenen Nahrungsmittel, durch Elektrizität eingeleitet und erhalten. Auch schon beim Beginne des Vegetationsprocesses zeigt sich der elektrische Gegensatz, denn der Keim ist negativ, die sich entwickelnde Kohlensäure positiv elektrisch. Der weitere Fortschritt des organischen Lebens während der Umwandlung der aufgenommenen Nahrungsstoffe, der auf- und absteigenden Bewegung der Säfte und der Vorgang namentlich während des Befruchtungsaktes weisen ebenfalls entschieden auf eine elektrische Thätigkeit hin. Man beobachte nur am Wunderbaume bei Sonnenschein und Windstille die zwischen Stempel und Staubfäden auf- und abgehende Bewegung des Staubes, welche der beim sogen. elektrischen Puppentanze ganz ähnlich ist, oder man sehe, wie bei der künstlichen Befruchtung, welche ich häufig vorgenommen habe, der Staub begierig von der Narbe des Stempels festgehalten wird und wie sich die einzelnen Staubbeutel fadenförmig stellen, wie wenn Eisenfeile an einem Magneten haften. — Bei der Gartenraute und der Parnassie beugen sich behufs der Befruchtung die Staubgefäße abwechselnd über die Narbe und entleeren sich ihres Blüthenstaubes.

Auch alle übrigen Erscheinungen des lebendigen Organismus sind wesentlich elektrische. Jeder Nerv für sich ist schon als ein aus dipolaren Molekeln zusammengesetzter Elektrizitätsleiter anzusehen, so daß sogar bei einem Querschnitte ein sogenannter elektrischer Strom von einem äußeren Punkte desselben zu einem mehr nach der Mitte liegenden geht. Aber auch Nerven und Muskeln stehen in einer innigen elektrischen Wechselbeziehung, denn jene sind negativ, diese positiv, so daß also in einem sie verbindenden Leitungsdrahte der positive Strom von der Außenfläche des Muskels zum Nerv geht. Die elktrische Bewegung in den Nerven selbst wird durch galvanische Elektrizität in verschiedener Weise beeinflußt. Wenn nämlich ein positiv elektrischer Strom durch

die Nerven in der Richtung von den Extremitäten nach dem Nervenzentrum (Gehirn) geleitet wird, so erregt dies Schmerzen (Empfindungsnerven), geht er aber in der entgegengesetzten Richtung, so erfolgt Zusammenziehung der Muskeln (der Bewegungsnerv wird zu gleicher Schwingung angeregt). So sind auch in den einzelnen Gliedmaßen und im ganzen Körper fortwährend elektrische Ströme thätig, deren Richtung an den entgegengesetzten Seiten des Körpers und der Körpertheile (Finger) auch einander entgegengesetzt sind.

Es steht physikalisch gesetzlich fest, daß gleichnamige Spannungselektrizitäten (positive und positive, negative und negative) oder auch Magnetismen einander abstoßen, ungleichnamige aber einander anziehen, weil die Molekel in jenem Falle nach verschiedenen Richtungen schwingen, in diesem nach einerlei Richtung. Ferner steht auch fest, daß gleichgerichtete elektrische Ströme (bei denen die Molekel nach einerlei Richtung schwingen) einander anziehen, verschieden gerichtete einander abstoßen. Liegen also zwei Finger nebeneinander, so gehen ungleich gerichtete Ströme aneinander vorüber und daher sind die Finger nicht verwachsen, sondern getrennt. Sind einem Menschen zwei Finger zusammen gewachsen, so waren die elektrischen Thätigkeiten schon beim Fötus in denselben zu wenig kräftig. Man kreuzt vielleicht deshalb so gern, aber gewissermaßen unwillkürlich, die beiden Beine, weil dann gleichgerichtete Ströme neben einander zu liegen kommen.

Unser ganzer Körper ist nur dann ganz gesund, wenn alle die unendlich vielen Theilströme zu einem harmonischen Ganzen sich verbinden, wozu ein regelrechter Stoffwechsel und eine gute Leitungsfähigkeit aller Körpertheile gehört. Daher hat eine trockene Haut meist Kraftlosigkeit im Gefolge, während eintretender Schweiß bei verschiedenen Krankheitsformen als eine wohlthätige Krisis angesehen wird und Bäder so erkräftigend wirken. Auch durch ein sogen. elektrisches Bad wird, weil die Elektrizität eine Schwingungserscheinung ist, Wärme und Schweiß erzeugt.

Das Entgegentreten gleichnamiger Elektrizitäten, bei welchen eine entgegengesetzte Bewegungsrichtung der Molekel vorhanden ist, bringt in unserem Nervensysteme Aufregung und Uebelbefinden; die Begegnung ungleichnamiger aber mit einerlei Bewegung der Molekel bringt Beruhigung und Wohlbehagen hervor.

Ein elektrischer Fisch stellt sich daher, um nicht zu leiden, sofort lothrecht auf einen durch das Wasser, worin er sich befindet, geleiteten elektrischen Strom, weil nur so gleichgerichtete elektrische Bewegungen

vorhanden sind; eine den thierisch-elektrischen Strömen entgegengesetzte Richtung würde, auf einige Zeit angewendet, sein Leben vernichten.

Wie selbst die von außen einwirkende Elektrizität den Organismus vor der Zerstörung zu schützen geeignet ist, zeigt sich u. a. darin, daß von zwei gleichzeitig präparirten Froschschenkeln derjenige sich länger erhält, welchen man wiederholt elektrisirt. Wir sehen also recht deutlich, daß Leben und Elektrizität in einer sehr engen Beziehung zueinander stehen.

Die Geruchsnerven werden unter dem Einflusse der entgegengesetzten Elektrizitäten verschieden für die Empfindung gestimmt: die Dünste wohlriechender Stoffe sind elektrisch negativ (die Stoffe selbst positiv) und werden an dem Konductor einer Elektrisirmaschine mit negativer Elektrizität übelriechend, an dem mit positiver feiner wohlriechend; die Dünste übelriechender sind positiv (die Stoffe negativ) und werden an dem positiven Konduktor wohlriechend, an dem negativen noch mehr übelriechend.

Ist die Atmosphäre in ihren höheren Schichten stark positiv elektrisch, also an der Erdoberfläche stark negativ elektrisch, so werden unsere Geruchsnerven unter dem einseitigen Einflusse der negativen Elektrizität abgestumpft und daher scheinen die Blumen nach einem Gewitter (also nach Beseitigung des elektrischen Gegensatzes) und abends mehr zu duften als vorher. Während die positive Elektrizität die Luft angenehmer und balsamischer macht, wird ihr Sauerstoff ozonisirt (negativ elektrisch gemacht) und dadurch befähigt, leichter saure Verbindungen zu erzeugen und selbst auch auf den Organismus zerstörend einzuwirken, denn ozonisirte Luft, welche eine Mitgabe vorzüglich nördlicher Luftströme ist, bringt entzündliche Zustände der Athmungsorgane hervor.

Auch die Geschmacksnerven sind dem Einflusse der Elektrizität ausgesetzt, denn sie werden nach längerer Einwirkung derselben unempfindlich und elektrisch positive Stoffe sind ihnen, weil sie selbst positiv sind, unangenehm (Abstoßung bewirkend), elektrisch negative aber angenehm. — Merkwürdig ist es, daß selbst die Verschiedenheit der Richtung bei den elektrischen Schwingungen eine Verschiedenheit in der Geschmacksempfindung hervorbringt. Hält man nämlich auf die obere Fläche der Zunge gegen die Spitze hin ein elektropositives Metall (Zink) und an das Zahnfleisch oder auch an einem anderen Theil des Kopfes ein electronegatives (Kupfer); so bemerkt man bei Schließung der Kette einen säuerlichen Geschmack. Kehrt man die Ordnung der Metalle um, so ist der Geschmack laugenartig alkalisch. Dieses ist ein deutliches Zeichen

davon, daß die Nerven selbst auch in einer elektrischen Schwingung, aber von einer bestimmten Richtung begriffen sind. — Uebrigens werden auch andere Sinnesorgane durch andauernde Einwirkung von Schwingungen auf sie unempfindlicher: das Ohr durch den Schall, das Auge durch allzustarkes Licht.

Wie sehr nicht wenige, namentlich reizbare Personen unter dem Einflusse der athmosphärischen Elektrizität stehen, zeigt sich theils an der nervösen Aufregung, theils an der Abspannung vor Gewittern und bei anhaltend elektrischer Luft, wie sie vorzüglich in Nordamerika ist. Man darf es also, meine ich, den dortigen Bewohnern nicht allzusehr als Unsitte anrechnen, wenn sie ihre Beine stundenlang auf Stühle oder Tische legen oder sie trotz der Unbequemlichkeit an steile Wände anstemmen; denn sie thun es ziemlich unbewußt, um ihre Füße dem Einflusse der sehr starken negativen Elektrizität des Erdbodens, welche durch die positive der Atmosphäre erregt, und wegen der Trockenheit der Luft lange von ihr isolirt wird, möglichst zu entziehen, damit sie selbst nicht allzusehr negativelektrisch werden, was dem gesunden Zustande des Körpers widerspricht, weil es das elektrische Gleichgewicht in ihm stört (wie es bei der Cholera wahrscheinlich der Fall ist). Geht man dort mit schleiffenden Füßen in der Stube einigemal auf und ab, so wird der Körper nicht selten so elektrisch, daß man Funken aus ihm ziehen kann. (Loomes).

Auch im Pflanzenleben spielen die Schwingungsbewegungen des Lichtes, der Wärme und Elektrizität überhaupt und namentlich beim Stoffwechsel und der Befruchtung die einzige Rolle. Die Zelle zeigt erst bei etwa 40 Grad Wärme Bewegung, welche sich zunächst in Formveränderungen kundgibt: *sie fängt an zu leben.* — Stempel und Blüthenstaub der Pflanzen sind entgegengesetzt elektrisch; alle Pflanzen zeigen während der Periode der kräftigsten Vegetation und namentlich während der Befruchtungszeit eine erhöhte Temperatur. — Wer einmal zu seinem Erstaunen gesehen hat, wie sich bei trockener ruhiger Luft und Sonnenschein über einem weit ausgedehnten blühenden Kornfelde urplötzlich eine Wolke aus dem Blüthenstaube bildete, kann sich dem Gedanken wol nicht verschließen, daß in jenem Augenblicke zwischen der Spannung der Elektrizität der Luft und der Pflanzen eine Ausgleichung eintritt, als deren Träger der Blüthenstaub anzusehen ist. — Bei dem Wunderbaume, welcher getrennte Geschlechter besitzt, sieht man unter günstigen Verhältnissen (bei trockener Luft, Windstille und Sonnenschein), wie schon erwähnt, den Blüthenstaub ab und auf sich bewegen.

— Wenn man sieht, wie die Schwärmsporen der Algen gewissermaßen aus einem Hafen auslaufen, ohne einander zu berühren (gleichnamig elektrisch), wie sie in einem andern (entgegengesetzt elektrischen) einlaufen und wie sie aus ihm nach einigem Aufenthalte herausgetrieben werden; so ist die bewegende Kraft nicht schwer ausfindig zu machen.

Ich sollte ferner meinen, daß es einem aufmerksamen Beobachter längst nicht mehr hätte entgehen können, wie bei der Verbindung zweier oder auch mehrer Baktrionen zu Vibrionen die Elektrizität die Hauptrolle spielt; denn steht ein Stäbchen a b schräge vor einem anderen c d so, daß das Ende b des ersten dem Ende c des zweiten schon näher ist als dem Ende d desselben; so geht dennoch a b nicht so zu c d, daß b mit c sich vereinigt, wie es die bloße allgemeine Massenanziehung verlangen würde, sondern sie drehen sich beide so, daß b mit d in Berührung kommt. Es kann, meine ich, einen deutlicheren Beweis für die Natur des Vorganges, welchen ich ein Lebenszeichen noch nicht nennen möchte, wohl kaum geben. Auch die schlangenartige (renkende) Bewegung der Vibrionen, bei welchen die Glieder abwechselnd hohle und erhabene Winkel bilden, ist nur eine Folge der abwechselnd die entgegengesetzten Seiten ergreifenden elektrischen Abgleichungen. Hört diese Bewegung auf, so verfallen sie dem elektrischen Tode, wie der nicht elektrisirte Froschschenkel.

Möchte man nicht auch beim Anblicke der Schlingpflanzen an das Vorhandensein einer elektrischen Thätigkeit glauben, wenn man bemerkt, daß die Spiralen niemals von ihrer bestimmten Richtung abweichen, als ob sie um einen Magneten mit bestimmter Polarität gewunden wären? Die Thatsache, daß nach der Polarzone hin die Schlingpflanzen mehr und mehr verschwinden und selbst da gar nicht mehr zu finden sind, wo Nadelhölzer doch noch einige Fuß hoch werden, scheint mir für diese Ansicht zu sprechen, weil der Erdmagnetismus durch die Thermoelektrizität erzeugt ist und diese in jenen hohen Breiten bereits sehr abgenommen hat (Mangel an Polarlichtern). Es würde vielleicht nicht ohne Interesse sein, darüber bestimmte Versuche anzustellen und dabei die Gegenstände, um welche Pflanzen sich schlingen, auf die Polarität des Magnetismus und die Windungen auf die Richtung des elektrischen Stromes zu untersuchen.

Der innige Zusammenhang zwischen Lebensthätigkeit und Elektrizität erregt das größte Erstaunen bei der Beobachtung der physikalisch und physiologisch feststehenden Thatsache, daß man die bei der Muskelanspannung frei oder thätig werdende Elektrizität durch Dräthe auf

große Entfernungen, wie beim Telegraphiren weiter leiten und dadurch selbst Magnetismus und Licht hervorbringen kann. — Franklin, der praktische Amerikaner, räth in seinen Schriften, ohne diese Erscheinung zu kennen, den Armen und Beinen beim Schlafen eine grade Lage zu geben und auch nicht das eine Bein mit dem andern zu belasten, weil schon der bloße mechanische Druck ermüde. Wegen dieser Ermüdung der einen Seite des Körpers fühlen wir auch das Bedürfniß, uns bisweilen umzuwenden. Wenn auch unsere Rückenwirbelsäule nicht ein so mächtiges elektrisches Organ ist, wie es manche elektrische Fische besitzen, so ist doch bemerkenswerth, daß das lange Liegen auf dem Rücken den „muthwilligen Affen der Phantasie", den Traum, als eine einseitige Gehirnthätigkeit wachruft.

Diese wenigen Beispiele mögen hinreichend sein, um in dem polaren Verhalten der Stoffe und der organischen Thätigkeiten nicht blos den ersten Grund für das Bestehen der organischen Welt, sondern auch den Keim für den Beginn des Lebens zu finden.

Die erste Lebensform möchte wohl in dem Protogenes (Häckel) zu suchen sein. Es ist dieses ein äußerst kleiner Tropfen lebender Gallert ohne organische Körperbildung und Struktur, aber mit der Fähigkeit versehen, nach verschiedenen Richtungen zu fließen und sich über die zu verzehrenden Nahrungsmittel zu ergießen. Dieser Vorgang kann als der Anfang des Fressens in der Natur angesehen werden. Dieses Wesen hat keinen Kern, kein zusammenziehbares Zellchen und ist einfacher, als ein weißes Blutkörperchen. Es frißt und lebt gewissermaßen nur durch die Kraft der Molekularanziehung oder sein Leben ist nur eine Eigenschaft der Molekularkraft und dieses Leben erzeugt Organisation, nicht aber umgekehrt: die Organisation erzeugt das Leben.

Die nächste Stufe der Entwickelung bietet die einfache Zelle dar, aber sie ist schon ein zusammengesetzter Körper, ihre Stoffe sind polar und fähig, durch anregende Kräfte, wie vorzüglich durch Wärme und Licht Bewegungen anzunehmen, mit fremden Stoffen in Wechselwirkung zu treten, dieselben zu ihrem Wachsthume sich anzueignen oder mit ihnen Verbindungen einzugehen. Also auch die Zelle frißt und lebt schon in einem gewissen Sinne und verhält sich wie die Amöben.

Das polarelekrische Verhalten der Zelle zeigt sich recht deutlich bei der Vegetation des Gährungspilzes, indem sie das Zuckermolekel z. B. der Maische bei einer gewissen Temperatur in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Sie zeigt durch ihre Formveränderung ein selbstständiges

Leben, ohne indeß besondere Organe zu besitzen, denn sie verrichtet Alles allein: sie athmet, ernährt sich, pflanzt sich fort und zwar nur durch bloße Zellenabschnürung der in ihr in großer Menge vorhandenen Keimlinge; sie ahmt sogar durch ihre Gestalt bisweilen höhere Organismen nach.

Eine folgende Stufe der Entwickelung ist es, wenn Zellen sich zusammenreihen, sich lang strecken und ein, wenn auch noch unvollkommenes und loses Gewebe bilden, wobei aber immer noch jeder Theil für sich zu leben vermag, wie es auch bei manchen Thieren der Fall ist.

Wenn das Mikroskop in dem Marke weicher und grüner Pflanzen (z. B. des Echinocactus) nichts als Zellen und Molekular-Körnungen gezeigt hat, so ist es nach einigen Wochen doch erfüllt mit Myriaden von Bacterien, wenn die Pflanzen etwa durch Frost abgestorben waren. Es ist hierbei ein Zutritt der Lebenskeime vonaußen völlig ausgeschlossen und nur die Annahme einer Entwickelung gerechtfertigt.

In den tiefstehenden Anfängen des Pflanzenreiches unter Algen und den oft Krankheit und Tod erzeugenden Pilzen bilden einfache runde Zellen das ganze Gewächs, welches in ungeschlechtlicher Weise durch einfache Abschnürung mit erstaunlicher Schnelligkeit in ungeheuren Mengen sich vermehrt. Hierher gehören u. a. die Pilze am Kraute und den Knollen der Kartoffeln, an den Weintrauben, das Mutterkorn, der Brand in den Getreidearten, die Seidenraupen- und die Fliegenkrankheit. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist die als sogenannter rother Schnee namentlich in den Alpen und Polarregionen auftretende einzellige Alge Klamydococcus nivalis.

Zuerst ahmen die Zellen höhere Gewächse nach, indem sie sich verästeln und Wurzeln, Stamm und Blätter zeigen; dann treten sie zu einfachen Fäden aneinander, anfangs zwar verworren und ohne eine bestimmte Wachsthumsrichtung, dann aber an der unteren Fläche einfache Zellen als Haftorgane ausstreckend, bald wie Wurzeln, bald wie Blätter sich ausbreitend, bald auch wie ein Stamm sich erhebend. Die so entstandenen weißfarbigen Flechten gehen allmählich über in grüne gleichgestaltete Lebermoose; in länger gestreckten Zellen zeigen sich die Anfänge zu einer Mittellinie, dann treten blattartige Lappen hervor als der Beginn der späteren Blattform, noch ohne Mittelnerv, aber schon mit getrennt hervortretenden Blüthen.

Die Laubmoose besitzen schon diesen Nerv in den rings um den bereits sich zeigenden Stamm vertheilten Blättern; in den Lykopodiaceen (Bärlapp) tritt die Gliederung noch deutlicher hervor, zeigt

sich bei den Farn bereits in einer schönen Gliederung der Blätter und entwickelt sich so fort zu immer vollkommneren Gebilden.

Mit der Entwickelung der äußeren Form steht in genauer Verbindung die Vervollkommung des inneren Baues und der Entstehung der zu den verschiedenen Lebensverrichtunegn dienenden Theile. Man kann den gleichen Fortschritt in der Entwickelung deutlich verfolgen. Wie äußerlich das Zellengewebe dichter und vollkommener wird und sich ein Gegensatz von Blatt und Axe bildet, so sondern sich auch innerlich die Zellen zu verschiedenen Gestalten; die Wände der langen Zellen erscheinen oft netzförmig oder spiralförmig gestreift und nach dem Verschwinden der Scheidewände sind aus ihnen Gefäße von verschiedener Gestalt entstanden, in denen die Nahrungsstoffe sich bewegen und nicht nur Verwandlungen erleiden, sondern auch hervorbringen.

Die Wandelbarkeit der Arten und der Uebergang der Formen auch in den sog. Gattungen ist zwar schon bei den Foraminiferen sehr deutlich, aber wirklich überraschend und für die Richtigkeit der Darwin'schen Lehre überzeugend bis in die mikroskopischen Einzelnheiten bei den Spongien, sowohl den Kalk-, als auch und besonders bei den Kieselschwämmen.

Der nachgewiesene Fortschritt zeigt sich auch in der stufenweisen Entwickelung unserer Erde: in den ältesten Schichten finden wir Algen; später folgen Farnkräuter, Equisetaceen, Marsiliaceen und Lykopodiaceen; dann in der Steinkohlenzeit die Lepitodendren und Stigmarien, welche zwischen den vorigen und den Koniferen stehen, da sie beiden ähnlich sind; darauf herrschen mächtig die Koniferen und Bernsteinbäume (mit den Cykadeen) und nun erst folgen allmählig Najaden, Palmen, Kätzchenbäume und die am höchsten stehenden blühenden Gewächse. Anfänglich zeigte sich eine große Armuth an Arten, bei weiterer Entwickelung der Erde aber ein üppiger Reichthum an Einzelnwesen und eine urkräftige Entwickelung eines jeden.

Es erscheint unmöglich, eine bestimmte Gränze zwischen Pflanze und Thier, namentlich auf ihrer untersten Stufe festzusetzen, denn einerseits ist für beide der erste Baustein die Zelle, andererseits gibt es zweifelhafte Formen, welche in einzelnen Dingen mit den Pflanzen, in anderen mit den Thieren eine Uebereinstimmung haben und somit lange noch ein neutrales Gebiet zwischen Pflanze und Thier einnehmen. Das Eine steht also thatsächlich fest, daß jedes organische Ganze aus einer kleineren oder größeren, oft außerordentlich großen Anzahl von Elementarorganismen besteht, als welche wir die Zellen erkennen. Es

ist aber immerhin bemerkenswerth, daß zweifellose Pflanzen allein fähig sind, ihren Lebensstoff aus den mineralischen Formen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff zu bilden. Der Kohlenstoff ist in den frühesten Entwickelungsperioden der Erde noch nicht vorhanden gewesen; da die ganze Gruppe von nicht geschichteten krystallinischen Gesteinen, welche gehoben worden ist, ihn nicht enthält. Er ist ein Zersetzungsprodukt organischer Substanzen und wir finden ihn als Bestandtheil der Gebirge nur im oxydirten Zustande (in den Korbonaten).

Wir müssen die allgemeine Behauptung aufstellen, daß Pflanzen und Thiere nicht nacheinander entstanden sind, weil die Einen die Ergänzung der Anderen sind. Ohne beide gäbe es keinen Kalk. Die Pflanzen nehmen auf, was die Thiere abgeben (Kohlensäure) und diese nehmen auf, was jenen entbehrlich ist (Sauerstoff). Den bei dieser Wechselwirkung eintretenden Verbrauch ersetzt die Sonne. Sie zersetzt die Kohlensäure in der Atmosphäre, indem sie die grünen Blätter bestrahlt; der Kohlenstoff geht zur Pflanze und der Sauerstoff bleibt zurück. Kohlensäure aber athmen Menschen und Thiere aus als ein Verbrennungsprodukt des aus der athmosphärischen Luft verbrauchten Sauerstoffes, welcher sich mit dem durch die Verdauung gebildeten Blute in den Lungen verbindet. Die als Nahrungsmittel aufgenommenen Pflanzen- und Fleischarten der pflanzenfressenden Thiere enthalten theils eiweißartige Stoffe für die Erhaltung der Organe, theils verbrennliche Stoffe: Zucker, Stärkemehl, Fette. Die Pflanzen geben also ab das Brennmaterial und die Nahrungsstoffe und nehmen auf die Verbrennungsprodukte der Thiere: den verbrannten Kohlenstoff als Kohlensäure, den verbrannten Wasserstoff als Wasser und den Stickstoff als Ammoniak.

Die wunderbare Harmonie in der Natur und namentlich die Wechselwirkung zwischen Pflanzen und Thieren zeigt sich in einer noch anderen Weise. Die Befruchtung bestimmter Pflanzen geschieht nämlich häufig nur durch bestimmte Thiere, namentlich Insekten und wo diese fehlen und eine künstliche Befruchtung nicht eintritt, da herrscht Unfruchtbarkeit. Das Blühen der Pflanzen hält mit dem Leben und Wachen der Thiere während der Jahres- und Tageszeiten gleichen Schritt. Die Insekten reichen übrigens ziemlich weit zurück in die Bildungsgeschichte der Erde (wohl bis in die Sekundärzeit) und haben sich wol wegen ihrer Kleinheit und großen Beweglichkeit verhältnißmäßig nicht sehr verändert.

Je unähnlicher die Theile eines organischen Wesens einander werden, desto mehr theilen sie sich in die verschiedenen Lebensverrichtungen

und desto vollkommener wird nicht nur jedes einzelne so zu einer bestimmten Verrichtung eingeübte Organ, sondern auch das ganze Geschöpf. Sorgfältige Studien haben sowohl in der Pflanzen-, als besonders in der Thierwelt überhaupt, so wie in den einzelnen Gruppen derselben die Vervollkommnung durch eine solche Arbeitstheilung mit Entschiedenheit nachgewiesen. Jedes noch auf einer niedrigen Bildungsstufe befindliche organische Wesen kennt noch keine Arbeitstheilung, es ist sich selbst Alles, wie ein russischer Steppenbewohner, denn dieser ist sein eigener Sattler, Wagenbauer, Hufschmied, Grobschmied, Schlächter, Bäcker, Landbauer u. s. w., aber in jedem Punkte nur unvollkommen und zum großen Nachtheile seiner menschenwürdigen geistigen Ausbildung. Welchen unendlichen Werth die Arbeitstheilung besitzt, zeigen uns die heutigen Kulturstaaten.

Beim Beginne des organischen Lebens waren alle Verrichtungen allerdings höchst einfach und noch nicht eine so scharfe Trennung zwischen Thier und Pflanze vorhanden. Unter verwesenden organischen Stoffen kommen Monaden vor mit schwingungsfähigen Fasern an ihrem Körper, welche während ihrer Lebensperiode theils in dem Zustande eines Thieres, theils einer Pflanze sich befinden. Als Monaden werfen sie ihre Fasern als Pseudosporen ab und ernähren sich in der Amöbaform wie Thiere, indem sie herumkriechen; dann nehmen sie eine Blasenform an mit zelluloser Scheide bekleidet und mit blattgrüner Farbe. Nach einiger Zeit spaltet sich dieses scheinbare Pflanzengebilde und die Theile werden einzelne Monaden. So geht es weiter in fortwährendem Kreislaufe.

Ein anderes Beispiel geben die Gewächse, welche unter dem Namen Myxomycetes auf alten Lohgruben oder alten Bäumen und Hölzern sich vorfinden. Auf der Oberfläche ihrer schleimigen Masse erscheinen sehr kleine Hervorragungen wie Staubschwämme, welche mit Sporen gefüllt sind. Bersten die Kapseln, so gehen unzählige Monaden hervor, welche auch die Amöbaform annehmen, also einige Zeit eine thierisches Leben führen und Nahrung zu sich nehmen; aber die Art ihrer Wiedererzeugung versetzt sie unter die Pflanzen. Die Amöben vermehren sich zwar durch Spaltung, zeigen aber wenigstens doch eine gewisse Neigung zu geschlechtlicher Vermehrung. Wir haben also auch hier ein Wesen, welches während seiner Lebenszeit bald Thier, bald Pflanze ist.

Bei manchen Infusorien findet in der halbflüssigen Körperhöhle ein Kreislauf der Nahrung statt, gleichwie in den Pflanzenzellen eine Zirkulation der Nahrungssäfte vorhanden ist. Uebrigens haben die

zusammenziehbaren Bläschen eine fortwährende Verbindung mit dem sie umgebenden Wasser.

Für die einfachste Fortpflanzung in geschlechtlicher Weise sind nur zwei Zellen erforderlich, von denen die eine nur Befruchtungskörper erzeugt, die andere den Anfang zu neuen Einzelnwesen darbietet. Die Befruchtung selbst geschieht, indem der Inhalt des ersten in die zweite tritt. — Die Kopulationszellen stehen in der Mitte zwischen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung. Der Vorgang ist einfach: Die Spitzen zweier einzeln stehenden Pilzfäden schwellen an, legen sich aneinander, öffnen sich, der Inhalt beider fließt zusammen in eine Zelle, welche ihre Nahrung aus den Pilzfäden zieht, sich ausdehnt, einen körnigen Inhalt bekommt und sich endlich ablöst, um dann einen selbstständigen Pilzfaden zu bilden.

Wie mächtig in der Natur der Trieb zur Erhaltung und Fortpflanzung ist, sieht man u. a. darin, daß die Stengel, Blätter und andere Theile einer Begonienart sich sogar äußerlich mit lose anhängenden Zellen bedecken, welche unter günstigen Bedingungen des Wachsthums selbst gleiche Pflanzen hervorbringen. In auffallender Weise findet diese Art von Fortpflanzung bei manchen Zwiebelgewächsen statt, indem sich z. B. bei den bekannten Feuerlilien an den Stängeln da, wo sich die Blätter ansetzen, neue Zwiebeln bilden. Macht man in eine Hyazinthenzwiebel vonunten aus einen Schnitt und hält ihn in trockener Luft offen, so bildet sich auf der Schnittfläche eine Menge Zwiebelbrut.

Wenn man Kartoffelpilze in offenes Wasser thut, so schwellen die Enden der Fäden an, der obere Theil füllt sich mit einer körnigen Substanz und scheidet sich durch eine Wand von dem unteren ab, die Spitzen des Schlauches öffnen sich, die Sporen schwimmen, mit ihren Wimpern schlagend, nach Art der Infusionsthierchen, entweder sogleich davon oder härten sich bei anderen Pilzen erst an der Oeffnung, setzen sich dann an eine nährende Unterlage und keimen dort zu neuen Pflanzen.

Wenn wir Schwärmsporen oder Zoosporen aus einem Schlauche auslaufen, wie Schiffchen nebeneinander ohne Anstoß hinfahren, wie in einen Hafen einlaufen und endlich wieder auslaufen sehen, um dann zur Selbstständigkeit zu gelangen; so scheint es mir, daß man sich der Vergleichung dieses Vorganges mit dem bei der elektrischen Abstoßung und Anziehung kaum entziehen kann. Man würde also fehlgreifen, wenn man sich versucht fühlen wollte, diese Bewegungen als den Ausfluß eines selbstthätigen thierischen Willens anzusehen. Etwas Anderes

ist es schon, wenn die an ihre Kalkpaläste gefesselten Korallenthiere ihre Fangarme ausstrecken, um Nahrung zu erlangen.

Endlich aber ist noch zu bemerken, daß auch die synthetische Chemie in der neuesten Zeit eine Entdeckung von außerordentlicher Tragweite gemacht hat, welche ebenfalls auf einen gemeinschaftlichen Ausgangspunkt für alles organische Leben hinweiset und die frühere Ansicht der Physiologen schlagend widerlegt, daß die organischen Wesen zu ihrem Bestehen einer ganz besonderen, von den sonstigen Naturkräften ganz verschiedenen Lebenskraft bedürfen, um die chemisch sehr zusammengesetzten und durch die Organe selbst erzeugten Bestandtheile ihrer Körper hervorzubringen; denn es ist ihr gelungen, die Kohlensäure unmittelbar in die Säure des Sauerklee's umzuwandeln und Kohlenoxyd und Kohlensäure lassen sich in Ameisensäure (1 Atom Kohlenstoff, 2 Atome Wasserstoff und 2 Atome Sauerstoff) überführen. Der aus verschiedenen Pflanzenarten gewonnene Alkohol läßt sich auch durch unorganische Stoffe erhalten. Ebenso kann der Harnstoff künstlich zusammengesetzt werden. Es ist gewiß auch von großem Interesse, zu sehen, wie Pflanzen in scheinbar reinem Wasser bis zu einem gewissen Punkte vortrefflich gedeihen, wenn man demselben nur diejenigen Stoffe beigegeben, welche die Analyse der Pflanzen als ihre Bestandtheile ermittelt hat. Wir können schon jetzt die allgemeine Behauptung aufstellen: organische Processe sind zugleich chemische. Ich stelle es mir gar nicht als unmöglich vor, daß es der fortschreitenden Wissenschaft gelingen wird, aus geeigneten Stoffen unter dem Einflusse von Licht, Wärme, ziemlich lothrecht wirkendem Magnetismus (wie beim Erdmagnetismus) und horinzontal gerichteter dynamischer Elektrizität (namentlich Thermoelektrizität) einzelne Gestaltungsformen organischer Gebilde, wenn auch ohne eigentliches thierisches Leben, herzustellen. Die Chemie hat auch in dieser Beziehung noch ein außerordentlich großartiges Feld der Entdeckungen vor sich.

Geologische Reihenfolge der Organismen.

Wie die Erdrinde durch die jetzt noch wirkenden inneren und äußeren Kräfte nur sehr allmählig bis zu dem heutigen Zustande sich entwickelte, so auch das ganze organische Leben, ohne daß eine Reihe gewaltsamer, die ganze Erde umfassender Umgestaltungs- und Schöpfungsacte stattgefunden hat. Die Geschichte der Erdrinde geht

Hand in Hand mit der ununterbrochen zusammenhängenden Umwandlung der Lebensformen.

Die Gegenden, welche zufolge der bestimmten Stellung der Erdaxe gegen die Bahn der Erde um die Sonne **heute die kältesten** sind, waren bei der von der Glühhitze an beginnenden und stetig fortschreitenden Abkühlung der Erde naturnothwendig auch die **ersten**, welche für Entstehung und Erhaltung organischer Wesen geeignet waren. Je mehr jene Strecken ihre sehr hohe Temperatur verloren und sich ein feuchtwarmes Klima einstellte, desto kräftiger entwickelte sich das organische Leben und zwar allmählig bis zu einem gewissen Höhepunkte, um von da an bei der weiteren Entwickelung des Erdkörpers und der Abnahme seiner Temperatur endlich so zu verkümmern, daß jetzt dort kaum ein Grashalm zu sehen ist, wo früher Riesengewächse in ungeheurer Menge gediehen.

Dieser Zustand ist nicht etwa ein Phantasiegebilde, sondern er hat sich durch die schwedische Nordpolexpedition vom Jahre 1868 als Thatsache glänzend herausgestellt. Auf der Bäreninsel, 8 Grade jenseits des Polarkreises findet sich, wie in unserer ältesten Steinkohlenzeit eine versteinerte tropische Vegetation üppiger blüthenloser Bäume mit mikroskopisch kleinen Saamen: Calamiten (Schachtelhalm), Sigillarien, Lepidodendren, riesige Farrenkräuter. In den unteren Steinkohlen der Vogesen ist dieselbe Flora. Das frühere nordische Festland war versunken, die ersten Kohlenlager sind von Kalkfelsen bedeckt, welche Meerthiere enthalten. Auf dem Bergkalke lagert ein schwarzer Schiefer mit zahlreichen Schnecken und Muscheln und dem krokodilartigen Ichthyosaurus der Vorwelt. Dann kommt auf die Trias die Jurazeit mit den Ammoniten und Tintenfischen. Erst kürzlich hat man auf der norvegischen Insel Andö mit den Steinkohlen auch Palmen und andere tropische Gewächse in versteinertem Zustande gefunden, wie sie u. a. in den Bergwerken des schlesischen Riesengebirges vorkommen.

Es ist also in jenen jetzt eisigen Zonen das Gesetz des Fortschrittes, wie es sich auf der ganzen übrigen Erde zeigt, unverkennbar auch vorhanden gewesen. In der Tertiärperiode, und zwar in der miorcenen Zeit derselben waren auf Spitzbergen und Grönland bereits Blüthenpflanzen vorhanden; es gab Süßwasserseen und daher auch Braunkohlenlager. Es wuchs daselbst, namentlich auf Spitzbergen, die Sumpfcypresse, welche sich heute noch in den Vereinigten Staaten Nordamerika's findet, aber vom 78. Grade nördlicher Breite bis zum 40. herabgedrückt ist. Es wuchsen daselbst noch 14 Nadelholzarten,

worunter zwei Lebensbäume, dann zwei Pappelarten, Birken, Erlen, großblättrige Platanen, zwei Eichenarten, großblättrige Linden, Epheu, Haselnuß, Kreuzdorn, Weißdorn, Schneeball, Stechpalme u. s. w.

In der Braunkohlenzeit ist bereits eine entschiedene Abnahme der Wärme erkennbar: die Palmen reichen in Deutschland nur bis $51\frac{1}{2}^{\circ}$ N. Br., die Lorbeerbäume bis zur Ostsee, die Magnolien, immergrünen Eichen, Nußbäume, Weinreben in Grönland bis 70°, die Sumpfcypressen, Pappeln, Lebensbäume, Platanen, Linden auf Spitzbergen bis 78°. Von dieser Zeit beginnt schon mehr und mehr einige Vegetationsverschiedenheit nach geographischen Zonen, dabei aber läßt sich von der Polarzone aus eine strahlenförmige Verbreitung ganz deutlich verfolgen; z. B. die nordischen Mammuthbäume kommen in den Gesteinen vor in Amerika bis Vancouver, in Europa bis Griechenland, in Asien bis an den Ural; die Sumpfcypresse von der Polarzone aus in Amerika bis Aliaska, in Europa bis in die Schweiz.

Es ist mir unbegreiflich, wie nicht blos theoretischen Gründen, sondern auch solchen Thatsachen gegenüber heute noch namhafte Meteorologen die fortschreitende Abkühlung der Erde nicht anerkennen wollen, sondern wie sie, wenn auch nur scherzweise, die Erde mit einem an dem Spieße eines Bratenwenders, gegenüber einem Feuer (Sonne) von sich gleich bleibender Hitze, gedrehten Braten vergleichen können. So viel kann zugegeben werden, daß die Gesammtwärme der Erde innerhalb kürzerer Zeiträume (nämlich einzelner und selbst mehrer Jahrhunderte) als ziemlich unveränderlich angesehen werden darf, wenn auch die so viel besprochene Ausgleichung oder Kompensation der ungleichen Wärmegrade an verschiedenen Orten sich in ein bestimmtes Gesetz durchaus nicht fügt; denn wenn es einmal an einem bestimmten Orte zu warm ist, d. h. wärmer als es nach dem vieljährigen Mittel sein sollte; so kann es gleichzeitig entweder unter denselben oder unter verschiedenen Breitegraden nicht nur zu kalt, sondern sogar auch zu warm sein. Im Jahre 1868 z. B. war es während des Sommers sowohl in Europa, als auch in Amerika zu warm und die schwedischen und englischen Nordpolfahrer fanden vom Ausgange des Juli an das Meer rings um Spitzbergen und das ganze Karische Meer vollkommen eisfrei.

Wenn wir die allmählige Entwickelung der Erdkruste mit der Entstehung und Ausbildung der organischen Wesen in Einklang bringen wollen, so ist es klar, daß als die ersten Organismen nur diejenigen auftreten konnten, welche in Gewässern zu leben und dabei eine ziemlich hohe Temperatur zu ertragen fähig waren. Während der außerordentlich

langsamen, also ungemein große Zeiträume inanspruch nehmenden Abkühlung der Gewässer erfuhr die Thierwelt in ihnen große Veränderungen und Steigerungen zu höheren Formen. Zuerst traten nur Pflanzenthiere, infusorienartige Thiere, Polypen, Strahlthiere, Molusken, krebsartige Thiere auf; an sie schlossen sich in der Silurformation nur wirbellose Thiere, die Würmer, höchstens die Röhrenherzen an; im silurischen Gesteine finden sich als Reste von Placoiden (haifischähnlich) und Ganoiden noch Flossenstacheln und Zähne. Auf sie folgen die Lepidoiden und Sauroiden; in dem permischen Systeme finden wir die Reste der ersten Reptilien und seit der Kohlenbildung dürftige Spuren von Amphibien und Fischen, die dann in der Triasbildung viel häufiger werden; in der darauf folgenden Jurabildung finden sich noch die Ganoiden oder Schmelzfische und der Teleosaurus als Stammform der jetzt noch lebenden krokodilartigen Thiere (der Aligatoren, Krokodile, Goviale).

Von den niedrigsten Thieren, namentlich auf dem Lande, haben sich wol nicht viele erhalten können, weil sie ein festes Knochengerüst oder eine harte Schale als schützende Bedeckung nicht hatten. Aber in Kanada finden sich tief unter dem Silursysteme zwischen krystallinischen Schiefern große Schichten, in deren untersten ein merkwürdiges fossiles Thier, das Eozoon, gefunden wurde, welches zu den am niedrigsten organisirten Wesen gehörte und in ungeheuren Schaaren lebte. Dieses fossile Thier, welches bis in die Jurabildung reicht, besteht aus abwechselnden Kalk- und Kieselschichten, die von einem Kanalsystem durchdrungen sind; die größeren Aeste enthalten Serpentin, die mittleren schwefelsaures Eisen, die engsten kohlensauren Kalk. Manche besitzen einen deutlichen Moschusgeruch. Neuerdings ist die organische Natur dieses Gebildes allerdings angezweifelt worden; man kann aber die Untersuchungen wol noch nicht als geschlossen ansehen. — Auch die Graphitlager rühren wegen ihres Kohlenstoffgehaltes, ungeachtet ihrer tiefen Lagerungsstätten von Pflanzenresten her. Also das organische Leben hat sich auf der Erde sehr früh entwickelt. Die ältesten Wirbelthiere aus deren niedrigsten Klassen reichen bis in die Silurzeit zurück.

Als nach und nach hinreichend abgekühltes Wasser und Festland hervortraten, waren manche Wesen geeignet, wenn auch anfänglich nur zeitweise, das Wasser zu verlassen, zumal die Atmosphäre eine noch sehr dunst- und kohlenstoffreiche war. Manche Fische, die Labyrinthfische (Ophiocephalus), haben an den Seiten des Kopfes Wasserbeutel, klettern auf Bäume, begraben sich während trockener Zeiten in den Schlamm.

Dadurch bildeten sich nach und nach neue Lebensformen aus, welche schließlich nur auf dem Festlande zu leben vermochten, während andere für das Wasser- und das Landleben geeignet blieben.

An die Fische schlossen sich also später die Amphibien, Reptilien, die Vögel und Säugethiere an. Von den letzteren in der Sekundärzeit nur erst die in den Schnabel- und Beutelthieren dargestellten niederen Abtheilungen, die höheren erst in der Tertiärzeit. Noch in der Sekundärzeit war ein reiches Thierleben und Geschöpfe, welche in sich die Merkmale von Salamander, Schlange, Krokodil, Walfisch und Vogel verbanden. In der Kreidebildung fehlen noch die blos luftathmenden Thiere.

Seit der Silurbildung ist die Menge von Wasser nicht bedeutend vermehrt, aber die Vertheilung zwischen ihm und dem Festlande wesentlich verändert worden. Anfänglich fehlte in dieser Periode noch Festland in irgend ausgedehnterem Maße, und daher auch jede Süßwasserbildung. Es gab keine Spur von Reptilien, Vögeln, Säugethieren, Landpflanzen, Insekten und spinnartigen Thieren (Arachniden); aber in dem Meere, welches eine geringere Tiefe als jetzt besaß, wuchsen Seetange und Fukoiden, es bildeten sich weit verbreitete Korallenbänke, und erst in den obersten Schichten dieses Systems finden sich sparsame Reste nur von Knorpelfischen.

Von den Gliederthieren haben nur die krebsartigen (Crustaceen) eine große Verbreitung, namentlich die jetzt völlig ausgestorbene mit vielen hundert Arten ausgestattete Gattung der dreilappigen oder Triboliten mit einem hornig kalkigen Rückenschilde. In dem darauf folgenden devonischen Systeme sind sie viel weniger häufig, denn es sind nur etwa noch 30 Arten da, das Steinkohlengebirge hat nur noch wenige und kleine Formen aufzuweisen und in der permischen Gruppe so wie darüber fehlen sie ganz, ohne daß sie je wieder auftreten. Es bestätigt sich also der Satz, daß eine einmal zugrundegegangene Lebensform niemals wieder auftritt; jede zeigt eine allmälige Zunahme bis zu einem Höhepunkte und dann eine fortschreitende Abnahme bis zum Erlöschen.

Von den Ringelwürmern (Anneliden) sind nur einige wurmförmige Abdrücke (Nereites, Nemertites, Myrianites) vorhanden.

In der silurischen Fauna sind aber ferner vorherrschend die Molusken oder Schalthiere und die Korallen (Anthozoen), die sich in ihren kalkigen Schalen und steinartigen Wohnungen auch leichter erhalten konnten als die Weichthiere (Quallen oder Medusen) und außerdem

noch die Stachelhäuter oder Echinodermen), von welchen die Haarsterne sehr stark vertreten und entwickelt sind, die Seesterne (Asteriden) nur einige Arten, die Seeigel (Echiniden) blos in jüngeren Bildungen bis in die Jetztwelt reichen, die Seewalzen (Holothuriden) aber wegen ihres weichen Körpers sich nicht erhalten konnten.

Während der ganzen paläozoischen Formation sind von Pflanzen fast nur Kryptogamen vorhanden: Seetange, Farrenkräuter, Bärlapp-Pflanzen (Lycopodiaceen). Laubholzbäume und kräuterartige Pflanzen fehlen ganz, wie auch die luftathmenden Landthiere, nicht aber Landgliederthiere. Die Pflanzen waren deshalb blüthenlos, weil die Atmosphäre noch allzudicht war, als daß der die Farbenpracht hervorzaubernde Sonnenstrahl sie in voller Klarheit zu durchbrechen vermocht hätte. Auch jetzt noch gelangen übrigens ganz gut gedeihende Pflanzen nicht zum Blühen, wenn sie von der Sonne nicht unmittelbar beschienen werden.

Die zwischen Wasser- und Landbewohnern sich entwickelnden Lebensformen waren während der späten wiederholt eintretenden Hebungen und Senkungen der Erdkruste ganz besonders geeignet, sich zu erhalten und als Stammformen nach beiden Richtungen zu dienen. In der Triaszeit der Sekundärperiode treten die ältesten Landbewohner (Amphibien) auf, nämlich die Labyrinthodonten mit der merkwürdig gewundenen Zahnsubstanz, noch aber keine warmblütigen Rückgratthiere. Es organisirten sich vorzüglich die See- und Land-Saurier (der riesige Plesiosaurus, Ichthyosaurus; fliegende Eidechsen — Pterodactyli — und drachenartige Ungeheuer), die sich bis in den mittleren und den Kalkstein des oberen Jura erstrecken und hier mit Schildkröten, Fischen, Krebsen und Insekten, ja selbst schon mit dem im Wasser lebenden Schnabelthiere vorkommen.

Wie die Entwickelung der organischen Welt in der That sich anschloß an die des Erdkörpers, zeigt sich u. a. auch darin, daß die Klasse der Reptilien, welche für verschiedene Lebensweisen geeignet ist, zur Zeit der Triasbildung (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper) des Jura und der Kreide die höchste Stufe der Entwickelung erreichte, wobei sie auch die Uebergänge aus Wasserthieren zu Säugethieren und Vögeln darstellen. Von diesen Thieren sind aber die Krokodile allein nur noch übrig geblieben. Die Eigenschaften jener Thierklasse (Belodon) finden wir jetzt nur noch zerstreut bei unseren heutigen Ordnungen wieder; jene also, von denen man u. a. im Keupersandsteine Würtembergs viele Reste aufgefunden hat, waren die Vorläufer von diesen. Die bloßen

Meeresbewohner (Belemniten, Ammoniten) wechselten ihre Formen langsamer, als die Landbewohner, weil für jene die Lebensbedingungen beständiger sind, als für diese. So viel aber ist jetzt ausgemacht, daß dieselben geologischen Schichten auf der ganzen Erde auch dieselben organischen Formen bergen; so z. B. ist das Geschlecht der Triboliten ebensowohl in den Alaunschiefern Schwedens, als Böhmens, wie auch im schwarzen Schieferthone Rußlands und in England, Nordamerika (hier selbst in krystallinischen Schiefern bei Boston), im Staate Vermont, in New-Foundland, in Minesota, Texas. Die Kreideschichten des inneren Südamerika enthalten Geschöpfe ähnlicher oder gleicher Arten mit denen in unserer Kreide. Elephant und Mastodon gehörten beiden Erdhälften an; jener in der östlichen, dieses in der westlichen häufiger; letzteres ist in beiden untergegangen, ersterer nur in der neuen. Ein Megatheriumscelett von 14 Fuß Länge, 8 Fuß Höhe wurde 1789 im Schuttlande des La Plata, ein 11 Fuß langes Mylodon später gefunden. Wir können den wichtigen Satz aufstellen: unter gleichen Lebensbedingungen erscheinen auf der ganzen Erde wesentlich dieselben Lebensformen.

Aus den dann folgenden großen Veränderungen in der mineralogischen Zusammensetzung verschiedener Stellen der Erdoberfläche läßt sich auch auf entsprechende Veränderungen in der Thier- und Pflanzenwelt schließen. Wenn hierbei die geologischen Perioden den ganzen Erdkörper in gleicher Weise umfassen und für alle Theile desselben eine nahezu gleiche, wenn auch nicht immer gleichzeitige Aufeinanderfolge stattfand (für die Polargegenden früher); so muß sich dieses auch in einer Uebereinstimmung des Fortschrittes bei der Entwickelung der Organismen zeigen oder es muß auf der ganzen Erdoberfläche ein, wenn auch nicht gleichzeitiger, so doch gleichartiger Wechsel der Lebensformen erkennbar sein. — So kommen auch im Silursysteme nur Schwämme und Seetange vor; Landpflanzen, Landthiere, selbst Reptilien und alle Süßwassergebilde fehlen noch; nur die obersten Schichten enthalten schon Knorpelfische mit zollangen Flossenstacheln und Knochenschilden. Säugethiere und Vögel fehlen bis zur Jurabildung.

In der Triasbildung finden sich die ältesten Reste von meerbewohnenden Sauriern mit flossenähnlichen Vorderfüßen (Ichthyosaurus, Plesiosaurus), in der Jurabildung erreichte diese Thiergattung die größte Entwickelung, aber mit dem Ende der Kreidebildung erlischt dieses Geschlecht allmählig und ist in den tertiären Ablagerungen nirgends mehr zu finden. Die ältesten Knochenfische (Teleostier) treten seltener auf,

ebenso unter den Pflanzen die Kalamiten, dagegen beginnen die Nadelhölzer und echten Equiseten.

Erst mit der Tertiärperiode erscheinen mit den Beutelthieren die ersten Placentalthiere, das Mylodon, Makrotherium und das riesige Megatherium, sowie Panzerlurche. Jetzt also haben sich die auffallenden Gestalten der Amphibien verloren und sind in zum Theil ebenso riesige Säugethiere übergegangen. Es werden die Land- und Süßwasser-Amphibien häufiger. In der dritten Periode der Tertiärzeit erscheinen zwar noch riesige Salamander, aber Vögel werden schon häufiger und die Säugethiere von auch jetzt noch vorhandenen Gattungen (Nilpferd, Nashorn, Bär, Hyäne, Hirsch, Affen, Katzen) sind in größeren und namentlich die Dickhäuter in mannigfaltigeren Formen vertreten. Die Pflanzenfresser werden immer zahlreicher.

In der That gehörten ferner z. B. die in den Kreidebildungen aller Theile der Erde (auch da, wo unmittelbar Kreide selbst nicht ist) gefundenen organischen Reste einerlei Familie oder Gattung an und selbst die über und unter dieser Formation in Europa gefundenen Reste finden sich auch anderwärts in derselben Lagerungsweise, so daß in den verschiedenen Stufen der paläozoischen und Sekundär-Gebilde die Lebensformen der früheren Meeresbewohner parallel gehen, nicht aber die erst in Tertiärschichten auftretenden Süßwasserbewohner. Daß die geologische Beschaffenheit der Erdoberfläche maßgebend war für die Lebensformen, zeigt sich auch u. a. darin recht auffallend, daß die Andesitkegel in Quito ihre eigenthümliche Thier- und Pflanzenwelt besitzen.

Wie lange in der Reihenfolge der geologischen Perioden noch eine Art irgend einer Gruppe vorkommt, muß es auch noch Glieder derselben Gruppe gegeben haben, um aus ihnen die allmählig veränderten neuen Formen einer höheren Organisation zu erzeugen. Imallgemeinen wächst die Artenzahl einer Gruppe bis zu einem Höhepunkte, um dann wieder abzunehmen.

Da die Umwandlung der Arten, welche durch Wanderzwang und Wandertrieb sehr begünstigt wurde, jedenfalls sehr lange Zeiträume in Anspruch genommen hat, so müssen wir aus dem in einzelnen Bezirken plötzlich und massenhaft vorkommenden Auftreten neuer Arten in höheren Schichten auf eine Unterbrechung durch eine noch weit größere Zwischenperiode schließen, aus welcher wir Organismen nicht kennen. In dieser Beziehung sind u. a. die bisjetzt nur im miocänen Schiefer (sogen. Matterschiefer des Kanton Glarus) aufgefundenen 35 Fischarten,

welche nur ein tiefes, offenes Meer bewohnen konnten, im höchsten Grade merkwürdig.

Imallgemeinen steht fest, daß die organischen Reste dicht aufeinander folgender Erdbildungen einander ähnlicher sind, als die weit voneinander entfernten und daß die Reste mittlerer Erdbildungen auch die Mitte halten zwischen den älteren und neueren Formen. Weil die späteren Bewohner als Sieger in dem Kampfe um das Dasein hervorgingen, so sind sie imallgemeinen auch vollkommener gebildet und ihr Körperbau ist für verschiedenartige Verrichtungen besser ausgestattet.

Man erkennt leicht aus den Untersuchungen der neueren Erdschichten, namentlich aus der Tertiärformation, daß um so weniger ausgestorbene Arten vorkommen, je später sie entstanden sind; in einigen der neuesten etwa nur ein oder zwei, während in den untersten nur wenig lebende mit vielen ausgestorbenen sich vorfinden.

Während der Senkungen muß die Anzahl der Landbewohner ab-, während der Hebungen zugenommen haben; in jenem Falle sind die an Fossilen reichen Lager entstanden, in diesem aber bilden sich dann zwar mehr und neue Varietäten und Arten, aber es entstehen auch Lücken in dem geologischen Berichte über die durch fossile Ueberreste vertretenen Organismen.

Wie Senkungen des Erdbodens zum Verschwinden von Thierarten beigetragen haben, zeigt u. a. die Verwandtschaft der wenigen jetzt noch übrigen Vögel auf Rodriguez, Mauritius, Bourbon, Madagaskar, welche früher untereinander und wahrscheinlich auch mit den Seyschellen verbunden gewesen sind. Die früher vorhanden gewesenen Tauben und Papageyen fehlen, von den sechs auf Madagaskar einheimischen Arten haben vier ihre natürlichen Verwandten auf den anderen Inseln, so daß selbst für den Dodo von Mauritius und den Einsiedler von Rodriguez auf eine gemeinschaftliche, aber untergegangene Stammform zu schließen ist. — Madagaskar hat jetzt keinen von den großen Pflanzenfressern Afrika's und Asiens, früher aber neben dem Riesenvogel Epiornis große Dickhäuter, namentlich eine besondere kleinere Art von Hippopotamos, und auch Reste eines Krokodils, wohl Zeitgenossen des Dronte (Didus ineptus) auf Mauritius. Unter den lebenden Thieren sind drei neue Affenarten und neue Schildkröten.

Manche Erscheinungen lassen sich durch Wanderungen der Thiere, wie sie nach dem Eintritte der verhältnißmäßig nicht lange dauernden Eiszeiten eintrat, erklären; z. B. daß in den neuesten Ablagerungen

einige noch lebende Arten auf dem Lande häufig vorkommen, aber in den benachbarten Meeren verschwunden sind.

Die Sekundärschichten sind schon mehr unterbrochen, aber in jeder einzelnen Bildung hat weder das Erscheinen, noch das Verschwinden der vielen jetzt erloschenen Arten auf der ganzen Erde gleichzeitig stattgefunden, sondern es ist auch in dieser Beziehung ein allmähliger Uebergang vorhanden. Als Regel gilt, wie schon erwähnt, daß verschwundene Arten in späteren Schichten niemals wieder zum Vorschein kommen. Einzelne Ausnahmen lassen sich durch Wanderungen leicht erklären. Eingewanderte Pflanzen z. B. zeigen sich den einheimischen in der Regel überlegen, weil sie ihre Feinde aus der Heimath nicht mitgenommen haben und wie groß deren Anzahl ist, zeigt sich u. a. bei den Eichen, auf welchen sich 184 Insektenarten ernähren.

Höchst merkwürdig ist die organische Thätigkeit, von welcher uns die Steinkohlenperiode Zeugniß ablegt, welche unmittelbar auf die Uebergangsgebirge folgte. Die urkräftige Vegetation dieser Zeiten beweist uns, daß die Atmosphäre viel feuchter und kohlenstoffreicher als jetzt sein mußte. Nach Versuchen (von Magnon) gedeihen die Pflanzen auch jetzt noch besser, wenn ihnen mehr Kohlensäure zugeführt wird. Es kommen darin vor die Ueberreste von Stigmarien, Sigillarien, Lepitodendren und Kalamiten, weniger von Farren. Wie unglaublich kräftig das organische Leben vor jener Periode gewesen sein muß, wollen wir nur an einem Beispiele erörtern. Die ganze Mächtigkeit des preußischen Antheils des Saarbrücker Steinkohlenlagers beträgt 20000 Fuß. Davon kommen 338 Fuß auf die Kohle und 19662 Fuß auf das Gestein. Die Menge der Kohlen beträgt 90,8 Billionen Pfunde, worin 72,6 Billionen Pfunde Kohlenstoff enthalten ist. Die dazu nöthigen Pflanzen würden zu ihrem Wachsthume fast 1 Millionen Jahre bedurft haben. Dazu kommt aber noch die viel längere Zeit, welche die Bildung der aus den feinsten Niederschlägen im Wasser sich ablagernden Gesteinmassen (Schieferthon) bedurft hat und endlich die Zeitdauer der Umwandlung der Pflanzen in Kohle auf nassem Wege.

Wenn eine bestimmte Art in mehren verschiedenen Schichten einer Formation vorkommt, so hat sie während der ganzen Ablagerungszeit wol nur abwechselnd an der betreffenden Stelle gelebt. Es fanden sich Baumwurzeln z. B. in 68 verschiedenen Höhen der 1400 Fuß mächtigen kohlenführenden Lager von Neu-Schottland.

Säugethiere treten übrigens als Fossile schon mitten in der Sekundärreihe auf. Arten von fossilen Vierhändern finden sich aus der

miocänen Periode in Ostindien, Südamerika, Europa. Nicht blos riesige Reptilien, sondern, wie sich aus zahlreichen Fährten im Newrod-Sandstone Nordamerka's ergibt, auch Vögel haben in noch früheren Zeiten gelebt, als der Grünsand sich ablagerte und im solenhofener oolitischen Schiefer ist ein Vogel (Archäopteryx) entdeckt worden, mit einem langen eidechsenartigen Schwanze, der an jedem Gliede eine Feder trägt, und mit zwei freien Klauen an seinen Flügeln. Nicht so weit zurückreicht der Riesenvogel Dinornis, von welchem Dr. Hector am Mount Richards in den Gletscherregionen Neuseelands die Spuren aufgefunden hat. — So sind in noch späterer Zeit ausgestorben der einst so zahlreiche flügellose Alk (Alca impennis), der Lori von Rodriguez (Psittacus rodericianus), der Epiornis von Madagaskar, der Dronte in Mauritus, der Solitaire von Bourbon u. a.

In der tertiären Formation treten zwar wieder bedeutende Kohlenmassen auf, aber die Kalksteine fehlen meist, was ein Zeichen davon ist, daß auf die Wasserpflanzen, welche die Kohlensäure aufnehmen, mehr die Landpflanzen folgten, welche zur Bildung der Braunkohle beitrugen. Je unvollkommener die Braunkohle ist, desto mehr nimmt der Kohlenstoff ab und der Sauerstoff zu.

Hier erscheinen nun die Ueberreste riesiger Säugethiere, die in bituminöse Substanzen verwandelten Exkremente pflanzenfressender und die Koprolithen der weit verbreiteten Fleisch und Knochen verzehrenden Thiere.

Arten und Artengruppen sind meist sehr allmählig zuerst an einzelnen Stellen und dann überhaupt verschwunden. Ihre Ausdauer war sehr ungleich: manche haben nicht einmal das Ende der paläozoischen Zeit erreicht, andere dauern bis heute aus; manche, wie die Ammoniten, sind am Ende der Silurzeit, andere, wie die Triboliten, am Ende der paläozoischen Periode auffallend schnell verschwunden. Darwin fand im Laplatagebiete unter den Resten von Mastodon, Mylodon, Toxodon, Megatherium und Makrauchenia einen Zahn einer untergegangenen Pferdeart, die durch früher ungünstige Lebensbedingungen und Feinde irgend einer Art (selbst Insekten) zugrunde gegangen ist.

Imallgemeinen können wir sagen, daß es in jeder Periode der Erde für die Summe alles organischen Lebens eine bestimmte, theils durch physikalische, theils durch Bodenverhältnisse gestellte Gränze gegeben haben müsse. Die Zahl der Moluskenarten hat wol seit den ersten Zeiten der langen Tertiärperiode und die Zahl der Säugethiere seit

dem mittleren Theile dieser Periode nicht bedeutend oder gar nicht zugenommen.

Weil in ganz frühen Epochen der Erdentwickelung die Temperatur- und überhaupt die klimatischen Verhältnisse nicht so große Unterschiede darboten, als jetzt, so hat damals auch die Thier- und Pflanzenwelt über die ganze Erde einen sehr gleichmäßigen Charakter an sich getragen, wie es u. a. die ältesten Fossilien von der Südspitze Afrika's, an der Ost- und Westküste Neuhollands und Vandiemenlands, in Nordamerika und im russischen Theile von Europa beweisen; so daß diese Ueberreste einander weit ähnlicher sind, als die jetzigen Thiere und Pflanzen aus den verschiedenen Theilen der Erde.

Es hat also im Laufe der Zeiten eine fortwährende Steigerung der Unterschiede oder ein Fortschritt vom Gleichförmigen zum Mannigfaltigen stattgefunden.

Es ist nicht anzunehmen, daß Pflanzen und Thiere von einem einzigen Paare ausgehend sich über viele Strecken, ja über die ganze Erde verbreitet haben sollten, sondern daß, wie wir bereits bemerkten und durch Thatsachen bewiesen, allenthalben da gleiche Formen auftraten, wo gleiche Bedingungen für ihre Entstehung und Erhaltung vorhanden waren, und daß sie nahezu an denselben Stellen entstanden sind, an welchen man sie auffindet. Sind doch heute noch z. B. die Fischarten in der Donau, dem Rheine und der Rhone verschieden, obwohl diese Flüsse sogar demselben Gebirgsstocke entspringen.

Auch in den uns zunächst vorangegangenen Bildungsepochen der Erde ist die Vertheilung wesentlich dieselbe gewesen, wie es aus der Verbreitung der fossilen Säugethiere nach Arten und Thierformen z. B. in Brasilien und Australien hervorgeht, indem die heutigen Formen nur als eine Fortsetzung der untergegangenen erscheinen.

Entwickelungsstufen, Uebergangsformen und Lücken.

Wie wenig imallgemeinen in der geologischen Entwickelung des Erdganzen plötzliche Sprünge eingetreten sind, ebenso wenig oder eigentlich noch weniger ist es in der Stufenreihe der organischen Welt geschehen, obwohl es hier weit schwieriger, ja unter Umständen unmöglich ist, die Entwickelungsstufen der Organismen nach der geologischen Zeitfolge genau anzugeben. Neue Schichten enthalten nicht immer auch neue Arten oder Formen, sondern gewisse sind benachbarten Schichten

gemeinschaftlich, was durch Wanderung der noch nicht vollkommen veränderten Arten und eine sehr allmählige Akklimatisation erklärlich ist, wobei aber die Ländergestaltung eine andere war. Die früheren Verbreitungsflächen sind theils durch geographische und geologische, theils durch klimatische Veränderungen unterbrochen worden.

Für die Entwickelung der Thierwelt lassen sich fünf Stämme annehmen: die Pflanzenthiere, Sternthiere, Gliederthiere, Weichthiere, Wirbelthiere. Die ältesten Wirbelthierversteinerungen, nämlich von Fischen, finden sich aus der Silurzeit, an sie reihen sich Amphibien, erst in späteren Schichten der Sekundärzeit die Reptilien, dann kommen Vögel und die niederen Abtheilungen der Säugethiere (Beutelthier) und erst in der Tertiärperiode die Placentalsäugethiere.

Auch in den einzelnen Stämmen lassen sich sehr deutlich bestimmte Stufenfolgen unterscheiden; in den vollkommensten Thieren, den Wirbelthieren, hat man acht angenommen: die Röhrenherzen (Leptocardia), wovon nur das Lanzettfischchen übrig ist; die Unpaarnasen (Monorphinen) mit Nasen ohne Scheidewand, wie die jetzigen Lampretten (Amphioxus); die Urfische oder Selachier (Haifisch); die Lurchfische, denen die Lepidosiren am nächsten stehen; dann die amphibischen Kiemenlurche, wozu der Proteus in der adelsberger Höhle gehört; ferner die amphibischen Schwanzlurche (Wasser- und Erdmolche); die säugenden Schnabelthiere, die Beutelthiere, Halbaffen, Schwanzaffen, Menschenaffen und Affenmenschen.

Von den niedrigsten Thieren sind erkannt die Anneliden, Bryozoen, Acephalen, Brachipoden. Dann erscheinen Chitonen, welche zwischen den Weich- und Gliederthieren stehen. Von den Weichthieren haben die Cephalopoden die höchste Stufe erreicht, ehe ächte Wirbelthiere erschienen.

Je mehr man die Erdrinde durchforscht, desto mehr Uebergangsformen findet man auf. So die Formen der Ammoniten, Armfüßler und Muscheln in den unteren und mittleren Schichten des moskauer Jura; ebenso die Formen der Terebratula und Panopäa, so daß die Stetigkeit für Ammoniten, Armfüßler und Muscheln für die verschiedenen geognostischen Schichten bereits dargethan ist.

Bei der Schnecke Planorbis multiformis finden sich die zahllosen Uebergangsformen in einigen schmalen Mittelschichten des Süßwasserkalkes, die reinen Formen aber an den Gränzen des Schichtenwechsels, woraus wir den Schluß ziehen müssen, daß bei gleichbleibenden Lebensbedingungen auch die Lebensformen sich nicht änderten.

Die Placodermen bilden den Uebergang von den schon ausgebildeten Gliederthieren zu den Fischen, von denen jetzt noch so unvollkommene Arten leben, daß selbst Linné den Gastrobranchus für einen Wurm hielt und Pallas den Amphioxus für eine Nacktschnecke. Das bei den Fischen zuerst knorplige Skelett wird erst in späteren Entwickelungsstufen der Erde zu einem knochigen. Knorpel waren bei gewaltsamen Einflüssen vonaußen nachgibiger als Knochen, also für die Erhaltung der Geschöpfe geeigneter.

Der Protopterus und Lepidosiren geben das Mittelglied zwischen den niedrigsten Formen der Lurche und Fische; in gleicher Weise vereinigen die früheren Sauroide, wie Ichtyosaurus, den Charakter der Fische mit dem der Reptilien, während andere, wie die Wale, die Fische und die Säugethiere mit einander verbinden.

In der Kreidezeit haben sich aus dem Lurchtypus verschiedene Uebergangsformen gebildet zu den Anomodonten, Schildkröten und den Protodaktylen, welche den gemeinschaftlichen Stamm für die Fledermäuse und Vögel abgegeben haben und so von Labyrinthodonten bis zu den Säugethieren, wovon das eigentliche Schnabelthier noch ein Ueberbleibsel ist, um noch auf den Uebergang hinzuweisen.

Das älteste vogelähnliche Thier, der Archäopteryx, ist bisjetzt erst in einem einzigen Exemplare aufgefunden worden. Der Schwanz der Vögel ist wahrscheinlich durch Umbildung der Hinterfüße entstanden, denn es kommen unter den Hühnern jetzt noch lebensfähige Mißgeburten vor, welche da, wo der Schwanz angesetzt ist, theils noch e i n unten zweitheiliges Bein, theils z w e i Beine haben (wie im berliner anatomischen Museum Nr. 3091).

Bei den Säugethieren stehen die Beutelthiere noch auf einer niedrigen Stufe, dann folgen diejenigen, welche mit einem Mutterkuchen gebären: Nager (Maus, Hase), Insektenfresser (Igel, Maulwurf), Fledermäuse, Vierhänder, Zweihänder.

Es ist interessant, wahrzunehmen, wie wir auf die fortlaufende Steigerung zu immer größerer Vollkommenheit durch gewisse Erscheinungen gegenwärtig noch hingewiesen werden. Der Frosch will uns als Einzelnwesen an sich selbst noch zeigen, wie aus einem geschwänzten durch Kiemen athmenden und mit Flossen versehenen Knorpelfische ein durch Lungen athmender Frosch mit Gliedmaßen und verknöcherten Wirbeln entsteht. Wir werden ferner darauf hingewiesen, daß die Embryonen der jetzigen vollkommenen Thiere den vollständig ausgebildeten Thieren der Vorwelt gleichen, so daß hier die kurze Zeit der

Verwandlung eines Einzelnwesens der äußerst langen Zeit entspricht, welche ganze Geschlechter zu ihrer Umgestaltung gebraucht haben. Wenn also jetzt noch ganze Thiergruppen ähnliche embryonische Stufen durchlaufen, so stammen sie von einerlei Urform her, wie sie auch sich von einander unterscheiden mögen; die Entwickelung des Individuums gibt uns in solchen Fällen ein Bild von der Entwickelung der ganzen Gruppe.

In dem heutigen Embryo des Krokodils zeigt sich noch vorübergehend, was bei den Urahnen desselben, dem Belodon, eine bleibende Eigenschaft war, nämlich eine Halbirungslinie aller Knochen, welche in der Mitte der Schädeloberfläche liegen. Jedes Thier wiederholt also bei seiner allmähligen Entstehung gewissermaßen den Entwickelungsgang der Gattung, aus der es abstammt und zu der es gehört. Was also früher durch lange Zeiträume bleibend an verschiedenen Geschöpfen war, ist jetzt nur vorübergehend an einem zu erkennen oder wie jetzt während der Lebensperiode eines einzelnen Geschöpfes die Verwandlung in kurzer Zeit geschieht, so hat sie zur Entwicklung verschiedener Individuen viele Jahrtausende inanspruch genommen.

Die neueren Forschungen zeigen mehr und mehr, daß Thiere, welche in ihrer vollkommenen Entwickelung himmelweit von einander verschieden sind, wie z. B. Wanzen und Wasserjungfer, in ihren ersten Lebensanfängen als Eier und Larven einander außerordentlich gleichen.

Höchst merkwürdig ist hierbei, daß gerade und vorzüglich bei den Säugethieren die Embryonen oder die noch ungeborenen Geschöpfe erst auf den späteren Stufen ihrer Entwickelung die ihrer systematischen Gattung entsprechenden Unterschiede zeigen, während sie auf den ersten Stufen gleich erscheinen, wie es namentlich beim Menschen und Affen erkannt ist. Ueberhaupt aber ist für den letzten Fall sogar die anatomische Verschiedenheit zwischen dem am niedrigsten und am höchsten stehenden Affen (Tschimpanse, Gorilla) größer, als zwischen dem Menschen und dem höchsten Affen. Die Uebergänge sind freilich durch fossile Ueberreste noch nicht festgestellt, aber wir kennen auch bisjetzt nur erst äußerst wenig von der festen Erdrinde.

Wir haben überall die Beweise davon, daß die ganze Pflanzen- und Thierwelt sich den geologischen Perioden angepaßt und durch unfreiwillige oder auch freiwillige Veränderung der Lebensbedingungen auch Umgestaltungen der Körperformen erlitten hat. Wir finden daher nicht blos ganze Thiere, welche für verschiedene Lebensweisen geeignet

sind, sondern auch Körpertheile, welche zu verschiedenartigen Verrichtungen dienen.

Die in Nordamerika lebende Mustella vison hat zwischen den Zehen eine Schwimmhaut und gleicht nach der Form des Schwanzes und den kurzen Beinen der Fischotter, lebt aber nur im Sommer von Fischen, im Winter von Mäusen und anderen Landthieren. Die Wallrosse bieten für die Säugethiere einen offenbaren Uebergang vom Wasser- zum Landthiere; sie strafen mit den Vorderflossen ihre Jungen, wie der Mensch mit den Händen seine Kinder. Wenn man jetzt noch Fische sieht, welche mit ihren flatternden Brustflossen über den Wasserspiegel sich erheben können, um ihren Feinden im Wasser zu entgehen, so möchte man glauben, daß sie nur eine übrig gebliebene Stufe wirklich vorhanden gewesener fliegender Fische sind. Indeß ist es nicht nothwendig, grade für diese Thiergattung nach ihrem Baue und ihrer Lebensweise anzunehmen, daß sich ihre Flugwerkzeuge bis zu einer sehr hohen Stufe sollten ausgebildet haben, und daher wol finden wir auch keine darauf hinweisenden fossilen Ueberreste.

Wenn man bemerkt, daß Wasserkäfer im Wasser ebenso gut tauchen und schwimmen, als sie in der Luft fliegen können, wenn die Pterodactylen der Solenhofer Steine flogen und ihre Knochen hohl waren wie bei den Vögeln, wenn der Aal, so wie eine Anzahl von wasserathmenden Moluskeu und Krustern geeignet sind, auch auf dem Lande zu leben; so möchte man durch diese und andere Thatsachen zu dem Schlusse geneigt sein, daß solche Thierformen die Ueberreste aus einer Periode sind, in welcher die Erdoberfläche noch bedeutenden Schwankungen unterworfen und das Wasser mit dem Festlande noch in einem lebhaften Kampfe begriffen war, wobei also nur solche Lebensformen eine Aussicht auf Erhaltung hatten, welche diesem Wechsel gewachsen waren. So wird es uns nicht mehr befremden, daß die Dinosaurier-Reptilien den natürlichen Uebergang zu den Vögeln bilden. Dieses zeigt (nach Huxley) ganz deutlich der kürzlich auf der Insel Wight aufgefundene Schädel des Hypsilophodon.

Bei den Flügeln der Vögel zeigen sich merkwürdige Uebergangsstufen: dem Apteryx nützen die Flügel gar nichts mehr, der schnellfüßige Strauß gebraucht sie gewissermaßen nur als Segel auf dem Wüstenmeere, die Dickkopfente zum Flattern über dem Wasserspiegel, der Taucher im Wasser selbst als Ruder und auf dem Lande als Vorderfüße; der Seehund gebraucht seine Flossenfüße in verschiedener Weise

selbst zum Bestrafen seiner Kinder, wenn sie nach seinem Begriffe unartig waren.

In der Familie der Eichhörnchen bemerken wir auch heute noch eine vortreffliche Abstufung: zuerst ein bedeutend abgeplatteter Schwanz, dann ein etwas verbreiterter Hinterleib, eine vollere Haut an den Seiten des Körpers und so fort bis zum fliegenden Eichhörnchen, dessen Hinterleib und selbst der Anfang des Schwanzes durch eine Flughaut verbunden sind. So ist aus dem Eichhörnchen ein Flughörnchen geworden.

Es ist möglich, ja wahrscheinlich, daß durch veränderte Lebensbedingungen oder durch neue Feinde die Zwischenstufen untergehen werden, wie sie in der That schon zwischen dem Lemur und dem fliegenden Lemur fehlen, dessen breite Flughaut von den Winkeln der Kinnlade bis zum Schwanze reicht und die verlängerten Finger einschließt.

Fast auf der ganzen Erde ist ein Fortschreiten bemerkbar und nur Neuholland ist mit seiner Flora und Fauna auf einer früheren Stufe stehen geblieben, wol weil es isolirt liegt und auch von den Umänderungen während der Eisperioden weniger berührt worden ist. Dieses zeigen u. a. die auf dem Sunda-Archipel lebenden Flugbeutelbilliche (Belideus), welche einen Uebergang von den Nagern zu den Beutelthieren bilden, sowie die Beutelthiere selbst, welche anderwärts schon in der Juraformation auftraten und in Asien, Europa und Afrika längst ausgestorben sind, ebenso das merkwürdige Schnabelthier und der Ameisenigel, welche Uebergangsthiere zum Vogel sind. — In gleicher Weise steht hier auch die Flora zurück: es finden sich noch die Kasuarinen, die Proteaceen (Silberbäume), die Thymeläen. Bei der Isolirung des Welttheiles ist die beschränkte Anzahl von imganzen dürftigen Thier- und Pflanzenformen durch eine große Anzahl von Arten und Individuen vertreten; weil sie mit keinen jüngeren lebensfähigen Arten einen Kampf um's Dasein zu führen hatten. Dieses hängt zusammen mit der geologischen Formation; denn auf den Urgebirgen liegen nicht zahlreiche Uebergangsschichten, sondern nur die tertiären Flözgebirge.

Nach den obigen Betrachtungen ging die Entwickelung und stufenweise Veredlung der organischen Formen Hand in Hand mit der Umformung der Erdoberfläche. Die Geologie zeigt uns, daß die Erde nicht stets in friedlich stiller Weise bis zu dem heutigen Zustande sich ausgebildet hat. Es ist also auch natürlich, daß die organischen Wesen während solcher Krisen zu leiden gehabt haben müssen. Aber auch die langsamen Hebungen und Senkungen, die Umwandlungen von Wasser-

gebieten in Landflächen und umgekehrt, sowie die An- und Abschwemmungen haben theils umformend und neugestaltend, theils vernichtend auf die organische Welt eingewirkt, so daß wir jetzt eine große Menge von Zwischengliedern in der naturgemäßen Kette der organischen Geschöpfe in der Vorwelt und Jetztwelt vermissen.

Bei den Senkungen der Erdoberfläche sind mehr Erlöschungen der Lebensformen eingetreten, bei den Hebungen mehr Abänderungen und aus den damit abwechselnden oft sehr langen Perioden der Ruhe werden die geologischen Urkunden uns keine Reste von Organismen aufzuweisen haben, zumal in früheren Zeiten auch die zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre noch viel bedeutender waren als jetzt. Wo sind die Reste der vielen Milliarden von Menschen selbst aus der geschichtlichen Zeit hingekommen? Auf dem Festlande geht unter den wechselnden Einflüssen leicht Alles in ziemlich kurzer Zeit zugrunde. Auf dem harlemer Meere hat man auch keine Menschenreste gefunden, obwohl bei den früheren Schiffbrüchen und Seegefechten viele dort umgekommen sind.

Die Geologie kann uns also die während der von gewaltsamen Erdumwälzungen freien Zeiten von sehr bedeutender Ausdehnung entstandenen Zwischenformen deshalb nicht mehr zeigen, weil ihre Reste an der Erdoberfläche den unabläßig thätigen Zersetzungsprozessen ausgesetzt gewesen sind. Aber die jetzt noch vorhandenen vorweltlichen Ueberreste sind meistens mit mehr oder minder mächtigen Ablagerungsschichten bedeckt, welche sie vor der gänzlichen Zerstörung ihres organischen Gefüges schützten.

Nicht blos weiche Organismen werden nicht erhalten, sondern selbst Schalen und Knochen zerfallen oder werden bei Bewegungen zerrieben. Dieses widerfuhr nicht blos den Wasser-, sondern auch den Landbewohnern. An den Küsten ließ der Wechsel von Ebbe und Flut die Bildung von Fossilien nicht zu, und an solchen Stellen, welche schon früher über dem Meeresspiegel mit einem Schicht organischer Ueberreste gehoben worden waren, zerstörte sie das kohlensäurehaltige Tagwasser aus der Atmosphäre. — Ebensowenig finden an den Stellen der Meeresströmungen, so wie in sehr großen Tiefen des Meeres bedeutende Ablagerungen statt.

Wenn bei den wiederholten langsamen Niveauschwankungen von bedeutender Ausdehnung Meerestheile seicht genug waren, um Thier- und Pflanzenreste schnell genug in Schlamm einzubetten und vor dem Zerfallen und der Zerstörung zu schützen, so konnten sich bei fortwährend abwechselndem Heben und Senken oder bei bloßen Senkungen

mit gleichmäßiger Erzeugung von Ablagerungsschichten mächtige, Fossilien enthaltende Schichten oft von großer Ausdehnung bilden; nicht aber wenn sie den Brandungen des Meeres ausgesetzt waren.

Das Aussterben von Lebensformen hat aber nicht blos in theils langsamen, theils plötzlichen Veränderungen der Erdoberfläche stattgefunden, wodurch die äußeren Lebensbedingungen in kurzer Zeit gewaltsam und so bedeutend verändert wurden, daß die Geschöpfe im Kampfe gegen die neuen Einflüsse untergingen, sondern auch in dem allmähligen Aussterben alter Formen, welche den in langen Zeiträumen nach und nach besser ausgestatteten im Kampfe um das Dasein unterlagen. Organismen auf beschränkten und abgesonderten Gebieten (Neuholland, Süßwasserseen, Inseln) sind, wenn sie auch auf einer niedrigen Stufe der Entwickelung stehen, weniger der Vernichtung durch Mitbewerbung ausgesetzt, haben sich also am längsten aus früherer Zeit erhalten (Ornithorhingus, Lepitosirus). —

Wenn eine auch zahlreich vorhandene Stammart, namentlich in einem beschränkten Gebiete, die Fähigkeit verloren hat, sich abzuändern und nicht in der Lage ist, neuen Lebensbedingungen sich anzupassen, so muß sie auch nach und nach unterliegen und Denjenigen, namentlich Eindringlingen, weichen, welche diesen Bedingungen mehr gewachsen sind. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß sich im Laufe der Zeiten neue oft weitgreifende Krankheiten entwickeln, ohne daß man selbst bisheute weder die Gründe für deren Entstehung, noch das eigentliche Wesen vieler entdeckt hat. Aber nicht nur sie vernichten organische Wesen oft über ungeheure Strecken, sondern auch sichtbare massenhaft hereinbrechende Feinde verschiedener Art, welche den Kampf um ihr eigenes Dasein siegreich führen (das Ichneumon und die Kiefernraupe). Dazu kommen endlich noch zerstörende Einflüsse der Witterung, wie Nässe, Trockenheit, Kälte u. a.

Das Aussterben von Lebensformen ist besonders dann eingetreten, wenn beim Vorhandensein vieler Arten auf einem gewissen Wohnsitze jede nur durch eine geringe Zahl vertreten war. In diesem Falle wird die Entbehrung der zum Leben erforderlichen anderen Organismen unter Mitwirkung ungünstiger Witterungsverhältnisse und der Kampf um's Dasein leicht Lücken hervorgebracht haben. — Erfährt eine Form gar keine Veränderung mehr, so nähert sie sich dem Aussterben. Eine zugrunde gegangene Form kann aber niemals wieder erscheinen, selbst unter gleichen Lebensbedingungen, weil die Abkömmlinge einer gewissen Art, deren Stammform zugrunde gegangen ist, stets nur gewisse

Charaktere dieser Art ererben und daher auch niemals vollständig auf die Stammform zurückkehren werden. Es bleibt also die Reihenfolge der Geschlechter für immer unterbrochen und auch daher ist es sehr erklärlich, daß uns von den Uebergangsformen sehr viele verloren gegangen sind.

Selbst in der kurzen Spanne der geschichtlichen Zeit des Menschengeschlechts erkennen wir Beispiele des Aussterbens. Der Vogel Dronte von der Größe eines Schwans, welcher zuletzt an den Inseln Isle de France und Bourbon lebte, ist nur noch in einzelnen Exemplaren in Museen vertreten. — Ebenso ist das seekuhähnliche Borkenthier (Rhytina Stelleri), welches im Meere von Kamschatka, vorzüglich an der Berings- und Kupfer-Insel lebte, nicht mehr vorhanden. Die letzte Seekuh wurde 1768 erlegt, sie war gegen 30 engl. Fuß lang und wog gegen 80 Zentner. Sie verband Seehund und Wal, erinnert an Fisch und Dickhäuter, hat als Vorderextremitäten zehenlose Flossenbeine, womit sie einander umarmten, aber mit einem hufartigen mit Borsten besetzten Ansatze; an der etwas hervortretenden Brust waren Zitzen mit Saugwarzen, der Schwanz mit den Hinterextremitäten verwachsen war eine wagerechte Flosse (Finne); der Kopf war büffelartig, aber vom Fleische entblößt wie ein Pferdekopf.

Der „grimme Selch", welchen zu erlegen der gehörnte Siegfried ausging, war ein Riesenhirsch von mehr als 7 Fuß Schulternhöhe, dessen Geweihe an den Enden 14 Fuß voneinander standen. — Würde der Auerochs (Wisent, Ur) nicht absichtlich in dem großen Walde von Bialowieza geschützt und gepflegt, so würde er auch wol schon längst untergegangen sein. Das letzte Exemplar des flügellosen Alk wurde im Jahre 1842 auf Island erschossen.

Da nach den Erfahrungen Zwischenvarietäten eine minder lange Dauer haben, als die Formen, welche sie verbinden, so ist auch daraus erklärlich, daß wir heute nicht so viele Uebergangsformen haben, als daß wir durch sie alle vorhandenen Arten eng mit einander verbunden ansehen dürften. Die minder zahlreichen Uebergangsformen werden im Kampfe den nahe verwandten zahlreicheren, besser ausgestatteten und gleicher Nahrungsmittel sich bedienenden Formen leicht erliegen.

Da diejenigen Arten von Thieren und Pflanzen, welche weit verbreitet (über ganze Kontinente oder eine Menge Inseln von derselben Gruppe) und gemeine Arten sind und größeren Gattungen angehören, am meisten veränderlich sich zeigen; so gelingt es in einem solchen Falle häufig, die Mittelglieder zwischen den äußersten aufzufinden. Wäre übrigens

jede Art der Ausfluß eines Schöpfungsaktes, so würden in einer artenreichen Gruppe gewiß nicht so viele Varietäten vorkommen. Weil der ganze Erdkörper durch Zerstörung und Neubildung imallgemeinen sich nur sehr langsam entwickelt hat und die genaueren Forschungen ungeachtet der nun leicht erklärlichen Lücken auch einen solchen allmähligen Fortschritt in der Pflanzen- und Thierwelt nachweisen; so muß man in der That jeden Gedanken an einzelne sogenannte Schöpfungsperioden aufgeben, in denen nach einzelnen, in langen Zwischenzeiten eintretenden gewaltsamen Vernichtungen völlige Neubildungen in unnatürlich wunderbarer Weise geschehen seien. So wie viele Gruppen organischer Geschöpfe von ausgedehnter Entwickelung in der Vorzeit bereits erloschen sind, so werden auch in Zukunft noch viele verschwinden und zwar zunächst diejenigen, welche minder vollkommen sind, schon lückenhaft auftreten und wegen beschränkter Inzucht keine abgeänderte Nachkommenschaft haben, und nur diejenigen werden noch lange ausdauern, welche jetzt schon groß und im Kampfe um das Dasein siegreich dastehen.

Obwohl die Erdrinde bisjetzt erst äußerst wenig durchforscht ist, so geben uns die Denkmünzen organischer Wesen aus früheren Bildungsepochen den klarsten Beweis davon, daß die organischen Reste aufeinander folgender Erdbildungen mit einander näher verwandt sind, als die durch viele Zwischenräume getrennten Gebilde. Daraus ist die zwar langsame, aber stufenweise Abänderung der Arten über jeden Zweifel erhoben, also auch festgestellt, daß alle organischen Wesen von wenigen Grundformen abstammen, von denen aus dann im Laufe unabsehbarer Zeiten blos Abänderungen eingetreten sind.

Aus der Entwickelungsweise der ganzen organischen Welt geht entschieden hervor, daß die Natur einen Sprung niemals gemacht hat. Jetzt ist es freilich schwer, ja vielleicht unmöglich, überall den Uebergang nachzuweisen. Wir finden aber jetzt noch in ganzen Gruppen von Wesen selbst mit einer ganz verschiedenen Lebensweise eine merkwürdige Uebereinstimmung in dem Grundplane ihres Baues, und dieser ist nur eine Folge aus der Einheit der Abstammung. Aber die Veränderung der äußeren Lebensbedingungen, herbeigeführt durch geologische und klimatische Verhältnisse, durch erzwungene und freiwillige Wanderung und durch die Verschiedenheit der Nahrung, ferner der Kampf um das Dasein und das Ringen nach Vollendung haben in den Millionen von Jahren Eigenthümlichkeiten gehäuft, welche den inneren Zusammenhang der jetzigen Gliederung in der organischen Welt oft nur mit Mühe erkennen lassen. Diese Umstände können nicht scharf genug betont werden.

Wenn das Vorhandensein bestimmter Arten jetzt ziemlich scharf umgränzt ist, und die Lebensformen ziemlich zusammenhanglos erscheinen, so liegt dieses in der meist scharfen Begränzung der Lebensbedingungen für jede Art: Thiere hängen von gewissen Pflanzen oder von anderen Thieren ab; jede Art ist in den Gränzen ihrer Verbreitungsgebiete durch die verschiedene Menge der Beute oder der Feinde oder durch die Extreme der Jahreszeiten und der Witterungsverhältnisse überhaupt am meisten der Gefahr ausgesetzt, vernichtet zu werden; Pflanzen hängen vorzüglich von Boden und Klima ab.

Weil in der organischen Welt die Bewerbung für das Bestehen sowohl bei der Regeneration als auch bei der Ernährung grade unter verwandten Arten am größten war, so mußte auch das Erlöschen derselben am ehesten eintreten und von den meisten unter den früher weit lebhafteren atmosphärischen Einflüssen und den zerstörenden Wirkungen der Gewässer jede Spur von ihnen verschwinden, besonders in langen Perioden geologischer Ruhe und bei nur geringen Ablagerungen.

Wegen der unterhalb des festen Theiles der Erdkruste stets wirksamen vulkanischen Thätigkeit und der dadurch an einzelnen Stellen wiederholt herbeigeführten Unterbrechung der Ablagerungen müssen für solche Strecken in der geschichtlichen Reihenfolge sicher Lücken vorkommen, sowohl in den unorganischen, also auch in den davon abhängigen organischen Gebilden. Durch sorgfältige Vergleichung mit der an andern Orten vorkommenden Aufeinanderfolge wird es wol möglich, diese Lücken in Beziehung auf die geologischen Verhältnisse zu ergänzen, weil aber die Versteinerungen selbst in zwei nach der bisjetzt angenommenen Aufeinanderfolge der Schichten einen leichten Uebergang der Formen nicht immer mit Sicherheit erkennen lassen, so dürfen wir unsere Kenntnisse in dieser Beziehung noch lange nicht als vollständig gesichert ansehen, zumal wir von dem Inneren der Erdkruste bisjetzt einen äußerst kleinen Theil und auch nur bis auf geringe Tiefen kennen. Immer müssen wir unverrückt das Ziel festhalten, daß, gleichwie die allmählige Entwickelung der Erde naturgemäß stattgefunden hat, so auch die zu höherer Vollkommenheit aufsteigende Abänderung in der organischen Welt.

Alle Umstände weisen uns also darauf hin, daß alle zu einer Gattung gehörige Arten und daß selbst zwei oder mehre mit einander verwandte Gattungen von einem gemeinschaftlichen Urzeuger abstammen, dessen Bau in manchen Beziehungen beträchtlich von dem seiner jetzigen Nachkommen verschieden gewesen sein wird. Ungeachtet der Mangelhaftigkeit

unserer jetzigen Kenntnisse sind doch viele der aufgefundenen Formen geeignet, selbst die Lücken zwischen den jetzt lebenden Gattungen und Familien auszufüllen, auch wenn sie einander scheinbar fernstehen, wie z. B. zwischen Kameel und Schwein. Für die heutige Gattung Pferd ist der Urzeuger das Paläotherium gewesen. Die Zwischenglieder sind bereits aufgefunden und wir haben die Reihenfolge: Paläotherium, Paläoplotherium, Anchitherium, Hipparion, Equus. So gibt es gemeinsame Stammbäume bis herauf zu den einzelnen Arten und es wird ein großes Verdienst der wissenschaftlichen Forscher auf den einzelnen Gebieten sein, immer mehr und mehr ein fest begründetes System des Fortschrittes aufzustellen. Bisjetzt sind schon sehr gelungene Anfänge in diesem schwierigen Gebiete gemacht. Alle Uebergangsformen aufzufinden, wird wol nie gelingen, besonders bei nur niedrigstehenden Thieren, welche um so eher zugrunde gingen, je weniger feste Bestandtheile sie besaßen. Es ist in der That weniger befremdlich, daß so viele Thier- und Pflanzenarten spurlos verschwunden sind, als daß sich noch so viele Formen, welche die unverkennbarsten Zeichen der Uebergänge enthalten, bis in unsere Zeiten erhalten haben. Je mehr man zu der Ueberzeugung gelangt, daß die vorzüglich von Darwin ausgebildete Theorie der Entwickelung des organischen Lebens auf unserer Erde nach den Gesetzen der Natur und der Vernunft ihre vollste Berechtigung besitzt, desto mehr wird es der Forschung gelingen, die Anzahl der sie stützenden Thatsachen zu häufen.

Die folgenden Betrachtungen haben nun den Zweck, die durch geologische Thatsachen wol schon ziemlich gesicherte Theorie durch weitere Untersuchungen noch fester zu begründen, um endlich bis zum Gipfel aller organischen Geschöpfe, dem Menschen, emporzusteigen.

Entwickelungsstufen für die einzelnen Organe.

Es ist für den Nachweis der allmähligen Entwickelung des ganzen organischen Lebens aus den einfachsten Anfängen zu immer höheren Stufen von dem größten Interesse zu untersuchen, wie auch die einzelnen Organe einer stetigen Umbildung unterworfen gewesen sind. Es ist überhaupt kein Organ vorhanden, bei dessen Entwickelung in den verschiedenen Thierklassen sich eine Stufenfolge nicht nachweisen ließe. Wir wollen uns hier aber nur mit einzelnen Andeutungen begnügen.

Bei niederen Thieren dient dasselbe Organ sogar zu verschiedenen

Verrichtungen oder kann dazu umgeändert werden. Wird die Hydra wie ein Schlauch umgewendet, so verdaut jetzt die zur inneren gewordene Außenfläche, während sie vorher athmete und die früher innere athmet jetzt.

Bei der Larve der Libellen (auch beim Fische Cobitis) dient derselbe Kanal zum Athmen, Verdauen und Absondern.

Wenn nun in einem Einzelnwesen verschiedene Organe dasselbe verrichten, so ist dieses ein deutliches und sehr leichtes Uebergangsmittel; denn es kann das eine von den Organen so vervollkommnet werden, daß es ganz allein die Arbeit verrichtet und das andere kann entweder verkümmern oder auch zu einer neuen Bestimmung sich umformen.

So gibt es Fische, welche die im Wasser enthaltene atmosphärische Luft sowohl durch die Kiemen, als auch durch die Schwimmblase athmen, welche dann zellig, also lungenartig ist und mit dem Schlunde in Verbindung steht. Es ist also leicht denkbar, daß es für alle jetzigen Wirbelthiere mit ächten Lungen eine verschwundene Urform mit einem lungenartigen Schwimmapparate gegeben habe. Wenn auch bei den höheren Wirbelthieren die Kiemen ganz verschwunden sind, so werden sie doch bei anderen durch Spalten an den Seiten des Halses angedeutet. Auch der menschliche Embryo, so wie der des Affen, hat in einem Alter von drei Wochen Kiemenspalten, welche sich mit vier Wochen geschlossen haben und zusammengewachsen sind. Nebenbei wollen wir bemerken, daß der Steiß des menschlichen Embryo mit fünf Wochen schwanzartig umgebogen erscheint, was den Leuten, welche beim Hören des Wortes „Affentheorie" eine Gänsehaut bekommen, grausig vorkommen muß. Ueberhaupt ist es für die Morphologie von der höchsten Bedeutung, daß die Embryonen neuerer Thierformen in gewissen Beziehungen den alten Thieren früherer Formen derselben Gattung gleichen. Es ist, als ob wir in der Entwickelung eines Einzelnwesens der Jetztwelt die Geschichte der früheren Bildungen erkennen sollten. Wie früher die Lebensformen selbst in entfernten Theilen der Erde in einer ganz gleichen, also gesetzmäßigen Weise dem Wechsel in langen Zeiträumen unterworfen waren, so jetzt noch die Entwickelung jedes Einzelnwesens.

Wenn aus Wasserthieren, für welche nach den Stufenfolgen der Erdentwickelung zuerst die Bedingungen des Lebens und Gedeihens vorhanden waren, nach und nach Landthiere geworden sind; so läßt sich denken, daß der Schwanz, welcher für jene ein so wichtiges Bewegungs-

organ war, bei diesen nicht fehlen durfte, sondern nur nützliche Abänderungen erlitten haben wird: beim Biber ist er eine Uebergangsform, beim Vogel ist er wie beim Fische noch Steuerruder, beim Affen ein Greifwerkzeug, bei der Giraffe und vielen anderen Thieren ein Fliegenwedel geworden.

Der Schwanz der Vögel ist wahrscheinlich durch Umbildung der Hinterfüße entstanden, denn es kommen unter den Hühnern jetzt noch Mißgeburten vor, welche da, wo der Schwanz angesetzt ist, theils noch ein unten zweifüßiges Bein, theils zwei Beine haben. In dem Schwanze des Seehundes liegt der Uebergang zur Fußbildung, in den Freßwerkzeugen von Insekten erkennt man eine Umbildung der Füße, in dem Schädel der Säugethiere die Umformung der Rückgratswirbel.

Die Uebergänge sind in der That oft höchst merkwürdig. So z. B. haben die gestielten Zirripeden zwei kleine Hautfalten, worin sie mittelst einer klebrigen Absonderung die Eier festhalten; sie athmen aber nicht nur mit diesen kleinen Zügeln, sondern mit dem ganzen Körper. In einer anderen Familie der Rankenfüßer, den Balaniden, oder sitzenden Zirripeden sind diese Zügel nicht mehr Eierbehälter, sondern wirkliche Kiemen.

So hat sich aus der Schwimmblase der Fische, einer rein mechanischen Vorrichtung, die Lunge, ein Werkzeug zur Vermittelung chemischer Vorgänge, nach und nach entwickelt. Die bloße Schwimmblase geht von der einfachsten Form, einem einzelnen cylindrischen Hohlraume, zu zusammengesetzteren über: zwei anfänglich noch verbundene, dann aber völlig abgeschlossene Räume; zwei Scheidewände, welche vier Theile bilden und dann sich verzweigende Abtheilungen. Einige Arten aus der Ordnung der Selachier haben noch Reste einer Schwimmblase, den dazu gehörigen Haien fehlt sie aber. Ferner wird die Schwimmblase zellenartig, wie bei der Gattung Amia (Carolina), die sich während der heißen Jahreszeit in den Schlamm einwühlt. Bei den Ganoiden, die sich den Amphibien schon sehr nähern, hat die zellige Blase einen Kanal nach außen; dann kommen die Lungenfische (Lepidosiren, Protopterus), die außer den Kiemen noch eine lungenähnliche Luftblase mit Luftkanal, Stimmritze und Lungenblutader besitzen und während der trockenen Jahreszeit in einer abeschlossenen Schlammhöhle ohne Wasser leben. Das Blut ist durch Zweiggeflechte der Lungenblutadern über die Zellenwände der Schwimmblase vertheilt, wird durch den Sauerstoff der eingeathmeten Luft wenigstens theilweise in Arterienblut verwandelt, geht so durch den Körper und gelangt als Venenblut wieder

in die Schwimmblase. In der Regenzeit ist der Lepidosiren wieder Fisch, besitzt ein also wunderbares Anpassungsvermögen für die Veränderung der äußeren Lebensbedingungen, wie sie in früheren geologischen Perioden häufiger waren als jetzt. Nur Geschöpfe, deren Organismus so beugsam war oder wurde, hatten Aussicht auf Erhaltung. Die Abänderung der Organe wurde also nach und nach vermittelt durch die Entwicklung des Erdkörpers und der Befreiung der Atmosphäre von fremdartigen Stoffen. Der Lungensack des Amphibiums wurde allmählig zu einer Lunge des Vogels umgebildet.

Je vollkommener ein Organ ist, desto größer wird die Schwierigkeit, seine stufenweise Entwickelung von dem niedrigsten Grade aus zu begreifen, z. B. die des Auges eines Säugethieres. Wenn sich aber in der Thierwelt Abstufungen von ganz einfachen Organen für die Lichtempfindung bis zum menschlichen Auge nachweisen lassen, wenn Abänderungen, die für den Träger derselben unter veränderten Lebensbedingungen nützlich waren, entschieden erblich sind; so scheint die Bildung selbst des vollkommensten Auges aus einem ganz einfachen Organe durch die natürliche Zuchtwahl durchaus nicht mehr bedenklich.

Wie die Blüthen und Blätter mancher Pflanzen nur für Lichtreize empfänglich sind, indem sie bei stärkerem Lichte sich öffnen oder ausbreiten, bei schwächerem sich schließen; so ist das einfachste Auge des Thieres auch nur empfänglich für An- und Abwesenheit des Lichtes. Es besteht nur aus einem Nerven, welcher von Pigmentzellen umgeben und mit einer durchsichtigen Haut bedeckt ist; ja es fehlt anfänglich sogar der Nerv.

Ein weiterer Schritt in der Entwickelung ist geschehen bei manchen Seesternen, welche für das den Nerven umgebende Pigmentlager kleine, mit einer durchsichtigen, äußerlich gewölbten Gallertmasse gefüllte Vertiefungen besitzen, wodurch das Licht nur gesammelt wird, wenn auch noch kein Bild entsteht.

Auf der nächsten Stufe erlangt das freie Ende des Sehnerven eine solche Entfernung von dem lichtsammelnden Apparate, daß auf ihm ein Bild von dem äußeren Gegenstande entsteht.

Bei den Gliederthieren sind die Augen äußerst mannigfaltig und zusammengesetzt. Das einfachste ist der Sehnerv, welcher mit Pigment überzogen ist, worin bisweilen eine Art Pupille sich befindet.

Bei gewissen Schalthieren haben die Augen eine doppelte Bedeckung, eine äußere glatte und eine innere facettirte. Im Innern befinden sich linsenförmige Substanzen.

Die großen von Pigment umgebenen und zusammengesetzten Kegel der Insektenaugen sind auch mit einem lichtbrechenden Stoffe erfüllt und geben Bilder. Bei manchen Käfern sind die Hornhautfacetten nachinnen und nachaußen leicht gewölbt, also schon linsenartig. Aber es giebt in verschiedenen Höhlen verschiedene Arten augenloser Käfer (Anophthaltes), es fehlt ihnen der Sehnerv und auch der Centralpunkt für das Gehirn; sie sind nur zum Leben in der Finsterniß organisirt und Müller hat beobachtet, daß manche Arten derselben von Ameisen gefüttert werden.

Selbst bei den Wirbelthieren können wir von einem höchst einfachen Auge, nämlich dem des Amphiorus, ausgehen. Es besteht nur aus einer faltenartigen Einstülpung, welche mit Pigment ausgekleidet, einem Sehnerv versehen und mit einer durchscheinenden Haut bedeckt ist.

Auch bei den Fischen und Reptilien ist die Abstufung in der Bildung der Augen sehr merkwürdig. Wir sehen auch hier, daß die Anpassungen an die verschiedenen Lebensbedingungen merkwürdige Uebergänge hervorgebracht haben: unser Auge besitzt nicht den weittragenden Blick eines Falken, unser Geruchsorgan ist, allerdings wol ohne es beklagen zu dürfen, noch nicht so ausgebildet, wie das des Hundes.

Höchst auffallend ist es, daß man bei Eidechsen sogar die Wiedererzeugung eines verloren gegangenen Auges beobachtet hat. Eine ganz gewöhnliche Erfahrung ist es, daß statt des abgeschlagenen Schwanzes seitwärts ein neuer wächst. Bei der Lacerta agilis habe ich es selbst gesehen. Auch bei den Krebsen (Hummern) wird eine verloren gegangene Scheere durch eine neue ersetzt. Daher findet man bisweilen Thiere mit ungleich großen Scheeren. Dem Triton wächst für ein abgeschnittenes Bein ein neues. — Bei keinem Thiere ist die Fähigkeit zum Wiedererzeugen größer als bei den Holothurien (der Synapta an den Philippinnen). Aergert sie der hintere Theil des Körpers, so wirft sie ihn ab und macht sich in kurzer Zeit einen neuen, eine selbst gemachte Wunde heilt in wenigen Stunden, krankhafte Organe (Lungen, Därme), stößt sie ab und ersetzt sie in etwa neun Tagen durch neue, hat sie keine Lunge, so athmet sie Wasser in den Leib, ja sie wirft sogar ihre Haut ab, wenn man sie reizt. Gewiß wunderbare Erscheinungen!

Es ist bemerkenswerth, wie in der ganzen Natur derselbe Zweck oft durch sehr verschiedene Mittel erreicht wird und wie sich die Organe diesem Zwecke entsprechend nach und nach entwickelt haben, z. B. für

das Fliegen bei Vögeln, Fledermäusen, Schmetterlingen, Fliegen, Käfern; oder für die Verbreitung des Samens bei Pflanzen durch gefiederte Stiele, so daß jeder Windhauch das Samenkorn fortträgt; durch die Grannen, Häckchen und Klammern, womit es sich an anderen Gegenständen festhält; durch die fleischigen Hüllen, welche Thiere und Menschen zum Zerlegen und Genießen anlockt und das vorzeitige Vertrocknen aufhält; durch ballonähnliche Hüllen, oft mit kleinen Oeffnungen, um die Samenkörner nur allmählig zu zerstreuen. Ebenso wunderbar sind auch die verschiedenen Einrichtungen für die Befruchtung der Pflanzen.

Wenn Pflanzen gleichzeitig durch Spiralwindungen, durch Ranken und durch Luftwurzeln oder auch nur durch zwei von diesen Mittel klettern, so kann es vorkommen, daß eines von diesen Organen durch Vervollkommnung fähig wird, allein das Geschäft zu verrichten, während die anderen eingehen oder sich zu einem anderen Zwecke verändern.

Für den Fall, daß sich bei Pflanzen an verschiedenen Stellen oder zu verschiedenen Zeiten verschieden gebildete Blüthen zeigen, lassen sich auch die Uebergangsstufen auffinden.

Einfluß des Klima's, der Ortsverhältnisse und Bodenbeschaffenheit.

Es ist für die ganze Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde höchst bedeutsam, wenn man bemerkt, daß Wesen und zwar ganz besonders die auf einer sehr niedrigen Stufe, selbst für jede kleine Veränderung der Lebensbedingungen, und wenn sie auch nur in der Temperatur lägen, schon empfänglich sind und sich sogar abändern. So zeigt sich in dem Entwickelungsgange der Pilze selbst ein Generationswechsel, indem zuerst zwei oder drei verschiedene ungeschlechtliche Fruchtformen erscheinen und dann erst eine geschlechtliche in bestimmter Reihenfolge. — Im Thierreiche zeigt sich bei den Quallen dieses Aufeinanderfolgen verschiedener Generationen und Fruchtformen.

Finden Thiere und Pflanzen bestimmte Gränzen in ihrer Ausbreitung, wie z. B. an Hochgebirgen, tiefeinschneidenden Meeresbuchten oder am Meere selbst oder bei tiefeinschneidenden Flüssen, wenn sie auch demselben Gebirgsstocke entspringen; so zeigen sich um so größere Verschiedenheiten der Formen, je entfernter die Verbreitungsgebiete von einander liegen oder je schwieriger die Gränzen zu überschreiten sind.

Aber nicht nur unter diesen Bedingungen sind die Formen für jeden einzelnen dieser Fälle wenig veränderlich, sondern auch für große und ganz gleichförmige Gebiete. Wo große Thierheerden auch ohne Absonderung weiden, ist die Rasse eine gleichförmige und einzelne sogar besser organisirte Eindringlinge vermögen den Charakter derselben nicht zu verändern.

Wenn aber Thiere zu ihrer besseren Selbsterhaltung und Fortpflanzung aus dem Bereiche ihrer Stammart sich entfernen, um in neuen, wenn auch durch geographische Verhältnisse isolirten Kolonien sich bessere oder veränderte Lebensbedingungen aufzusuchen, so sind hierdurch die Bedingungen zu Abänderungen und zu neuen Spielarten und sogar Arten gegeben. Wenn auch die Abänderungen an völlig erwachsenen Einzelnwesen noch nicht [illegible]treten, so doch in ihren Nachkommen. Dieses zeigt sich recht auffallend an Hausthieren, z. B. an dem großhornigen Rinde Ungarns, an dem schönen Bergstiere der Alpen, an dem feinwolligen Schafe Spaniens.

Wie bei Thieren ein freiwilliger Wanderungstrieb die Veranlassung zu Veränderungen ist, so bei Pflanzen eine unfreiwillige Wanderung, erzeugt durch Winde, durch Strömungen der Flüsse und Meere, durch wandernde Vögel und andere Thiere und durch die Menschen selbst.

Wir bemerken ferner leicht, daß die organische Welt in verschiedener Weise außerordentlich beeinflußt wird von der Erhebung über den Meeresspiegel bei bestimmter geographischer Breite, von der geographischen Breite bei gleicher Höhe über dem Meere und von der Beschaffenheit des Bodens unter übrigens gleichen Umständen.

Wir sehen, daß Pflanzen und Thiere verschiedener Art nicht in gleicher Weise fähig sind, verschiedene Natureinflüsse zu ertragen und daß dieselbe Art unter verschiedenen Verhältnissen sehr abweichende Charaktere annimmt.

In der Pflanzen- und Thierwelt lassen sich viele als sogenannte Arten unterschiedene Formen beim Wechsel des Bodens (z. B. Kalk- oder Humusboden), des Standortes (tiefes Thal oder hohe Alp), des Einflusses von Luft, Licht und Wärme vollständig ineinander überführen. Die Pflanzen der Höhen unterscheiden sich von ihren Verwandten in der Tiefe bekanntlich durch Zwerggestalt, Kleinheit und Behaarung der Blätter. Aber Verpflanzung ändert in beiden Fällen den Charakter. So ist es auch bei den Thieren: die Säuger z. B. nehmen in nördlichen Gegenden eine dichtere und weißere Behaarung an. In Süd-

amerika gedeihen die schwarzen, nackten, chinesischen Schweine nur in den Tiefländern, die spanischen nur in den kühleren Hochländern.

Imallgemeinen müssen wir den Grundsatz aufstellen, daß mit der Abnahme von Licht und Wärme auch die Größe und Kraft der organischen Wesen abnimmt, und daß auch die Farbe durch den Grad des Lichtes sehr beeinflußt wird. Der Eskimo ist klein und schwach, der Neger groß und kräftig.

Die Entziehung von Licht begünstigt bei einer bestimmten Ernährungsweise die Fettbildung, wie wir es bei den Troglodyten der sonnenarmen Polargegenden und an den in dunklen Ställen gemästeten Schweinen erkennen.*)

Wie die Natureinflüsse und die Ernährungsweise mächtig einwirken auf Eingewanderte, zeigt u. a. Adolf Donai in seinem trefflichen Buche: „Land und Leute in der Union".

„Die Angloamerikaner und auch die Nachkommen der alten Pennsylvania- und Mohawk-Deutschen schießen zu bedentender Leibeslänge und schmächtiger Gestalt auf; ihr ursprünglich breites Gesicht ist schmäler, ihr kürzeres und breiteres Schädeloval ist länglicher geworden, die vordersten und hintersten Gehirntheile auf Kosten der mittleren begünstigend und die Stärke des Verstandes- und Willensvermögens auf Kosten der Breite und Allseitigkeit der Geistesbildung. Der Hinterkopf thürmt sich empor, so daß er die höchste Stelle des Schädels wird und überhaupt seinen breitesten Durchschnitt zeigt." Klima und Nahrung haben auch in Neuholland die Britten umgewandelt. Der Ungar ist nicht mehr der alte Mongole u. s. w.

In Afrika gibt es einen Stamm, die Noër, welche am Abiad und Gazal leben und gewissermaßen die Sumpfvögel unter den Menschen sind, denn sie haben lange dünne Schenkel, ganz platte Füße, stehen am liebsten auf einem Beine und erbauen sich einen Horst auf vier Pfählen, als Anfang eines zusammengesetzteren Pfahlbaues.

Wie wichtig die äußeren Lebensbedingungen für die Kraft und Reproduction organischer Wesen sind, läßt sich allenthalben leicht erkennen. Die Pflanzen in der Nähe der Meeresküste haben fleischigere Blätter, als die landeinwärts wachsenden. Bei den Menschen steigt die Bevölkerungszunahme in fruchtbaren, sinkt in unfruchtbaren Jahren.

*) Im Lichte athmet man schneller, scheidet also auch mehr Kohlensäure aus als im Dunkeln; der Stoffwechsel ist daher in diesem Falle langsamer und träger als in jenem und es geht das Mästen in dunklen Ställen besser vonstatten.



Klima und Lebensweise haben auf das Reproduktivsystem der Angloamerikaner in der Union einen entschieden nachtheiligen Einfluß. Kinder sterben im ersten Lebensjahre vorzüglich an der Brechruhr, Erwachsene an der Schwindsucht, während die eingewanderten Deutschen durch die Wahl der Nahrungsmittel und ihre ganze Lebensweise ihnen eher zu begegnen wissen.

Wenn nun verschiedene zusammen wohnende Rassen in ungleicher Weise von gewissen Krankheiten hingerafft werden, so muß die natürliche Folge davon sein, daß in gewissen Gegenden gewisse Varietäten sich zu einer überwiegenden Rasse ausbilden, während die Schwächlinge überall zugrunde gehen.

Wenn auch die Fauna oder Flora der oceanischen Inseln sich am nächsten verwandt, ja sogar bisweilen übereinstimmend zeigt mit den Bewohnern derjenigen Gegenden, von welchen aus die Kolonisation am leichtesten stattfinden konnte; so sind doch die Kolonisten abgeändert und für die Lebensweise in ihrer neuen Heimath geschickt gemacht worden. Etwas Aehnliches findet sich bei der Kolonisirung der aus den Tiefländern sich allmählig erhebenden Gebirgen.

Wir müssen nach allen Erfahrungen den allgemeinen Grundsatz aufstellen: daß auf der ganzen Erde zu allen Zeiten unter gleichen Bedingungen auch gleiche oder ganz ähnliche Organismen entstehen. Unter den von schwedischen Expeditionen auf Spitzbergen entdeckten 247 Flechtenarten und 96 Phanerogamen finden sich 43 Arten in den Pyrenäen, Alpen, im Kaukasus, in den Gebirgen Persiens, Tibets, im Himalaya und einzelne sogar in Neuseeland.

Die in den schweizer Alpen unter dem Namen des „rothen Schnees" bekannte Alge ist auch in der Polarregion der letzte Anklang des Pflanzenreiches. Es erscheinen durch sie z. B. die Klippen im Süden des Smithsundes mit einem anmuthigen Roth bekleidet.

Die fossile Flora der Polargegenden weiset auf die tropische Vegetation hin und die tertiäre Flora von Radoboj in Kroatien erinnert in einzelnen Formen an die abessinische und Kapflora und zeigt die Uebergänge zu den südeuropäischen und der in der atlantischen Inselwelt und in Amerika vorkommenden Pflanzenwelt. In dieser Schicht finden sich allein 116 Pflanzenarten, welche dem gemäßigten Klima Europa's fremd sind.

Wie ferner die Farbe mit dem Klima oder der Lichtwirkung und Bodenbeschaffenheit zusammenhängt, zeigt sich an der Schneefarbe der Nordthiere, z. B. des Schneehuhns, Polarfuchses, des Eisbären, Härings; an der Sandfarbe der Wüstenthiere, an der grünen Farbe

der Landthiere (vieler Insekten, des Laubfrosches), an der braunen Farbe der Baumrinde, welche den darauf lebenden Insekten eigenthümlich ist; an der dunklen Farbe der auf dem Grunde der Gewässer und der hellen Farbe der an ihrer Oberfläche lebenden Fische und Schaalthiere. Vögel haben bei stets heiterer Atmosphäre ein glänzendes Gefieder. Die dunkle obere und die helle untere Seite der Fische (z. B. Schollen) ist übrigens ein Schutz dagegen, daß sie weder vonoben noch vonunten von Feinden gut gesehen werden können.

Dabei ist allerdings nicht zu vergessen, daß sich die Thiere überhaupt gegen ihre Feinde am besten da erhalten konnten, wo ihre Farbe wenig abstach von der ihrer Umgebung, so daß die einschlagenden Spielarten im Kampfe um das Dasein die Ueberlebenden waren.

Bemerkenswerth ist hierbei noch, daß schwarze Orang-Utans nur da anzutreffen sind, wo auch schwarze Menschen wohnen; braune dagegen nur in Asien, wo die chocoladefarbenen Malayen ihre Heimath haben. In Archangel hat eine Anzahl von Leuten, welche von alten Bewohnern abstammen, weißes Haar, während die Eingewanderten dunkles haben.

Wie mächtig klimatische Verhältnisse auf das organische Leben einwirken, zeigt sich noch recht auffallend in der großen Einförmigkeit sowohl der Polar- als auch der Aequatorial-Fauna und Flora, während die gemäßigten Zonen die größte Mannigfaltigkeit darbieten. Man denke z. B. an unsere herrlichen bunten Wiesen.

Wie die Hautfarbe bei Menschen sogar ihr körperliches Befinden mit den klimatischen–Verhältnissen in Beziehung setzt, zeigt sich u. a. darin, daß Neger und Mulatten von gewissen tropischen Krankheiten, denen die Weißen leicht unterliegen, gar nicht ergriffen werden. — Manche Landwirthe halten entweder nur braunes oder nur schwarzes Vieh, weil sie mit anderem weniger Glück zu haben meinen. Der eigentliche Grund liegt in den durch die Bodenbeschaffenheit beeinflußten Nahrungsmitteln. In Florida haben nur die schwarzen Schweine eine Aussicht auf Gedeihen, weil gerade nur ihnen die Farbwurzel (Lachnantes), welche die Knochen rosa färbt und die Hufe abfallen macht, nicht schadet. — Manche Pflanzen sind den weißen Schafen schädlich, nicht aber den schwarzen. — So lassen die Südafrikaner Rinder, die Eskimos Ziehhunde nur von einerlei Farbe zur Paarung. — Bei Pferden will man eine Stufenleiter in ihrer Ausdauer von den Füchsen herab bis zu den Isabellen gefunden haben. Daß ein Schimmel am Tage und besonders im Sonnenscheine weniger leicht in Schweiß geräth, also auch weniger leicht ermattet, als ein Rappe, ist naturgemäß. Die

arabischen Schimmel werden daher wegen ihrer großen Ausdauer allen anderen Pferden vorgezogen.

Für jeden also, welcher Augen hat zum Sehen, steht unwiderleglich fest, daß die Lebensformen mit der Entwickelung des Erdkörpers sich wesentlich verändert haben, daß viele ausgestorben, daß neue imallgemeinen vollkommner organisirte an ihre Stelle getreten sind; daß ferner die Nachkommen nach Veränderung der Lebensbedingungen der Eltern sich abändern und Spielarten bilden, welche dann zu einer bleibenden Form werden; daß es für die Pflanzen nicht gleichgiltig ist, ob der Standort z. B. ein humusreicher Torf- oder Gartenboden, ob er ein humusarmer Alpen- oder ein humusleerer Sandboden, ob der Boden reich oder arm an auflöslichen Mineralstoffen, ob die Luft feucht und mit verschiedenen Stoffen geschwängert oder rein und leicht ist. Es steht unwiderleglich fest, daß mit der Veränderung der Lebensbedingungen der organischen Wesen einzelne ihrer Merkmale verschwinden und andere neue auftreten. Für die einfachsten Organismen sind auch jetzt noch die früheren Lebensbedingungen vorhanden, also war kein Grund zu ihrer Abänderung vorhanden; aber aus ihnen und neben ihnen entstanden bei der fortschreitenden Entwickelung des Erdkörpers zu größerer Mannigfaltigkeit des Klima's und der Bodenbeschaffenheit immerfort verwickeltere Lebensformen.

Anpassung an Lebensbedingungen.

Jedes Geschöpf strebt nach einer Verbesserung seiner Lebensbedingungen und dieses ist unvermeidlich verbunden mit einer Vervollkommnung seiner Organisation sowohl in körperlicher, als auch in psychischer Beziehung. Wenn freilich manche Wesen auf einer so niedrigen Entwickelungsstufe stehen geblieben sind, wie sie dieselbe schon in den ältesten geologischen Zeiten einnahmen (Infusorien, Eingeweidewürmer, Regenwürmer); so ist zu bemerken, daß sie keinen Vortheil von einer Umbildung und von einem Fortschritte gehabt haben würden, da sich ihre Lebensbedingungen nicht änderten. Indeß ist dennoch ihre Organisation oft wunderbar zusammengesetzt und steht jetzt wohl auch bereits auf einer höheren Stufe, als bei früheren Wesen ähnlicher Art.

Jedes Wesen ist für sich vollkommen, wenn es seinen Lebensbedingungen möglichst angepaßt ist; nicht überall ist also von einem

Fortschritte zum Vollkommneren die Rede, denn auch unvollkommene Organismen (Parasiten) besiegen oft die vollkommeneren.

Je weiter die Abkömmlinge einer Art sich im Baue und in der Lebensweise voneinander unterscheiden, desto geeigneter sind sie, verschiedene Stellen im Haushalte der Natur auszufüllen, zu gedeihen und sich in die bereits von anderen Wesen eingenommenen Wohnsitze einzudrängen, wie wenn z. B. ein Säugethier geeignet wird, seine Nahrung statt auf dem Lande im Wasser aufzusuchen oder Bäume zu erklettern, wenn es seine Raubthiernatur nach und nach aufzugeben Veranlassung hat.

Hierbei ist zu bemerken, daß die geographische Verbreitung der Pflanzen und Thiere durchaus keine zufällige, sondern eine naturgesetzliche ist. Die meisten organischen Wesen sind so abhängig von der Beschaffenheit des Klima's, des Bodens und der durch beide bedingten Nahrungsmittel, daß sie einer wesentlichen Veränderung, welche ihnen zwangsweise und namentlich ohne einen allmähligen Uebergang auferlegt wird, meist unterliegen.

Wenn bei der allmähligen Entwickelung des Erdkörpers auch veränderte Lebensbedingungen eintraten, so mußten ebenfalls allmählig diejenigen Wesen zugrunde gehen, welche den neuen Bedingungen nicht gewachsen waren.

Der mit einem freien Willen und Verstand begabte Mensch allein und allenfalls noch der treu ihn begleitende Hund kann sich überall auf der Erdoberfläche, wenn auch im hohen Norden nur zeitweise, die Mittel zu seinem Bestehen verschaffen.

Es ließen sich außerordentlich viele Beispiele davon anführen, daß die Veränderung der Lebensweise, der Gewohnheiten und der Lebensbedingungen durch Naturverhältnisse große Veränderungen theils in der ganzen Körperbeschaffenheit, theils in einzelnen Organen hervorgebracht hat: durch den Nichtgebrauch verkümmern oder verschwinden sogar einzelne Theile, durch den Gebrauch werden sie kräftiger und dem Zwecke mehr und mehr entsprechend ausgebildet; bisweilen aber bleiben sie auch gewissermaßen als Andenken an die ursprüngliche Bestimmung der Abstammung, ohne einen besonderen Zweck zu erfüllen. Es sind freilich auch Fälle denkbar, in denen umgekehrt die Organisation auf die Lebensweise bestimmend einwirkt.

In den meisten Fällen hat sich der Bau der Thiere ihren Lebensbedingungen und ihrer Lebensweise angepaßt, bei anderen weichen aber einzelne Arten von den Gewohnheiten der andern völlig ab oder sie führen eine zusammengesetzte Lebensweise und bei noch anderen stehen

Organisation und Lebensweise miteinander gar nicht im Einklange, denn es hat sich bei ihnen die Lebensweise geändert, nicht aber der Bau. Von allen drei Fällen gibt es viele Beispiele.

Es muß uns beim ersten Anblicke einer Giraffe wunderbar erscheinen, daß dieses Thier einen so auffallend langen Hals hat. Wenn die Giraffe angewiesen und durch den langen Hals auch geeignet ist, sich von den Blättern hoher Bäume zu ernähren, so muß man meinen, daß von den Thieren dieser Art vorzüglich diejenigen, welche lange Hälse hatten, gut bestehen konnten und kräftig wurden, daß gerade diese die anderen überdauerten, daß unter jeder neuen Nachkommenschaft die mit längeren Hälsen immer den Vorzug hatten vor denen mit kürzeren Hälsen und daß endlich also nur Thiere mit den jetzigen Hälsen erzeugt wurden. Dazu kommt natürlich noch, daß die Länge des Halses sich auch während des Gebrauches mehr und mehr vergrößerte.

Weil der Maulwurf angewiesen ist, durch Scharren mit den Vorderfüßen unter der Erde sich seine Nahrung zu suchen, so haben sich seine Vorderfüße nach und nach handförmig breit und zu einer schrägen Stellung ausgebildet, während sein Auge nach und nach verkümmerte und endlich mit Haut und Pelz überwuchs.

Bei einigen Krabben ist zwar der Augenstiel vorhanden, das Auge selbst aber fehlt. — Der Olm in den unterirdischen Höhlen des Karstgebirges ist völlig blind. Weil das Thier zu seiner Errettung im Kampfe gegen andere sich in die finsteren Höhlen zurückziehen mußte, wurde ihm der Gebrauch des Auges mehr und mehr überflüssig; das Organ verkümmerte, bis endlich nur eine Spur unter der Haut übrig blieb, wie bei der Blindmaus.

Weil der Specht genöthigt ist, an den Bäumen zu klettern, um sich seine Nahrung unter der Baumrinde zu suchen, hat er nach und nach die eigenthümlichen Kletterfüße bekommen.

Die vortrefflichen Anpassungen verschiedener Theile der Organismen aneinander und an die äußeren Lebensbedingungen sind oft wunderbar; wir sehen sie sogar bei den niedrigsten Parasiten, welche sich an das Haar eines Säugethieres oder an die Feder eines Vogels anklammern; an dem furchtsamen Hasen mit seinen langen feinhörigen Ohren und den langen zu weiten Sprüngen vortrefflich geeigneten Hinterfüßen und den weichgepolsterten Fußsohlen; wir erkennen sie an den kräftigen Klauen, dem gekrümmten Schnabel und dem scharfen Auge der Raubvögel, an den Gebissen der Wiederkäuer und Raubthiere; wir

sehen sie beim Spechte nicht nur an seinen Kletterfüßen, sondern auch an den steifen Schwanzfedern als Stützen und der Form des Schnabels und der Zunge; ferner an dem Bau des Wasserkäfers, an der Mistelpflanze, an den gefiederten Saamen, welche jedes leiseste Lüftchen fortträgt und wie an einem Fallschirme so absetzt, daß das Korn immer unten ist, und noch in unzähligen anderen Fällen.

Auch Gewöhnung trägt Vieles zur Ausbildung der einzelnen Körpertheile bei: Ziegen und Kühe haben im zahmen Zustande wegen des öfteren Melkens größere Euter, als wenn sie im wilden leben. Die zahmen Enten haben schwerere Beinknochen und auch leichtere Flügelknochen, als die wilden. Das Hängen, das Steifsein oder die Beweglichkeit der Ohren kommt von dem selteneren oder öfteren Gebrauche der Ohrmuskeln her. Das Pferd kann seine Ohren sogar nach entgegengesetzten Seiten richten. Wenn Virgil vielleicht nach alten Ueberlieferungen in seinen Bucolicis noch von auribus arrectis spricht, so kann man meinen, daß auch der Mensch in sehr früher Zeit die Fähigkeit besessen habe, beide Ohrmuscheln zu bewegen und sie, um recht deutlich zu hören, nach dem Orte der Schallerregung hinzurichten.

Der Schnee- oder Alpenhase und der Feldhase stammen sicher von einerlei Ahnen, jener aber hat eine lichtere Farbe, kürzere Ohren und Hinterbeine als dieser; denn die dem Hintergrunde mehr angepaßte Farbe schützt ihn vor seinen Feinden, das Ohr brauchte wegen der leichteren Verbreitung des Schalles auf seinem Wohnsitze nicht so sehr ausgebildet zu werden und die Hinterbeine wurden wegen geringerer Verfolgungen durch Raubthiere nicht so lang gestreckt. Dagegen haben die Hasen und Wölfe des flachen Landes lange Hinterbeine, die einen, um leicht zu entfliehen, die andern, um schnell zu verfolgen, beide zu ihrer eigenen Erhaltung.

Das Haushuhn hat das Vermögen zu fliegen fast ganz verloren, die südamerikanische Dickkopfente flattert nur über dem Wasserspiegel, die Taucher brauchen die Flügel auch als Ruder und manche Arten haben davon nur Ueberreste behalten, dagegen hat ihr Körper eine zum schnellen Untertauchen ganz geeignete Form erhalten. Die Flügel der Taucher in den nördlichen Gegenden sind weniger Flügel, als Arme, wie bei den Robben die Vorderfüße oder Flossen. Bei den Trappen und anderen, ihre Nahrung am Boden suchenden Vögeln sind die Flügel auch schwach ausgebildet, beim Strauße ganz verkümmert, weil er einen sehr schnellen Lauf hat und früher weniger verfolgt worden ist. Die Raubvögel dagegen, welche sich hoch in der Luft lange ruhig

verhalten, um ihre Beute am Boden zu erspähen, haben breite Flügel; die Schwalben, welche eilig die Luft durchschneiden müssen, um den Insekten nachzujagen, schmale spitze Flügel. Sind doch auch bei den Menschen verschiedene Körpertheile, wie Nacken, Schultern, Arme, Schenkel, Hände und Füße, je nach dem Gebrauche oder Nichtgebrauche in einem verschiedenen Grade ausgebildet.

Es finden sich selbst nach der Veränderung der Lebensweise noch Organe vor, welche nicht mehr gebraucht werden, sich aber durch Vererbung noch erhalten haben, wie z. B. die Schwimmfüße an der südamerikanischen Landgans, an der Hühner- oder Kappengans. Bei dem Fregattenvogel, welcher nur selten in's Wasser geht, zeigt sich in der Schwimmhaut schon ein tiefer Ausschnitt; der Wachtelkönig (Landralle, Crex) mit seinen Schwimmfüßen lebt nur auf Wiesen; es gibt Drosseln und Hymenopteren, welche tauchen; Sturmvögel, welche wie Alke leben; Spechte auf den Ebenen von La Plata, welche nie klettern, weil es keine Bäume gibt und andere, welche größtentheils von Früchten leben; am Seehundsfuße sind Hornplatten als Andeutungen von Nägeln; bei manchen Schlangen noch Spuren von Hinterbeinen und Becken; bei manchen nur kriechenden Käfern noch die häutigen Flügel unter den zusammengewachsenen Flügeldecken.

Manche Organe sind den Thieren, wie schon erwähnt, sogar nachtheilig, wie den Bienen der todbringende Stachel, den Klapperschlangen die warnende Klapper.

Es ist ebenfalls eine Anpassung an Lebensbedingungen, wenn Thiere je nach ihrer Lebensweise und ihrem Aufenthaltsorte eine bestimmte Farbe annehmen: Die Farbe der Polarthiere ist vorzüglich die weiße, weil nur diejenigen sich erhielten, welche unbemerkt lauern oder sich leicht verbergen konnten. Weiße Uniformen scheinen in unseren mittleren Breiten „im Kampfe um das Dasein" für Winterfeldzüge und schneebedeckte Schlachtfelder berechnet zu sein.

Weil die Raupe des Birkenspanners (Amphidasis bebularia) die Fähigkeit besitzt, die Farbe des Baumes anzunehmen, auf dem sie sich ernährt, so entgeht sie den Feinden eher, als andere, denen diese Eigenschaft fehlt. Blätterfressende Raupen sind grün, rindenfressende graubraun gefleckt; das nordische Schneehuhn ist weiß, die schottische Art haidefarbig, das Birkhuhn hat die Farbe der Moorerde.

Daß auch die schwarze Farbe, z. B. unserer Dohlen, Krähen zur Erhaltung derselben als Wintervögel günstig ist, liegt darin, daß sie von den aus dem Schnee hervortretenden Gesteinen und Erdschollen durch ihre

Feinde nicht gut unterschieden werden und so ist auch die schwarze Amsel für Deutschland ein Standvogel geworden.

Durch solche Anpassungen ohne selbstbewußten Zweck gewinnen die Geschöpfe, indem sie ihnen Schutz vor Gefahren gewähren.

Diejenigen Thiere, welche ammeisten diesen Bedingungen sich anpaßten, hatten auch die beste Aussicht, ihren Feinden zu entgehen und so ihre Art zu erhalten. In gleicher Weise sind also flaumig-haarige Früchte weniger dem Insektenfraße ausgesetzt als glatte; gelbe Pflaumen haben weniger, gelbfleischige Pfirsiche mehr durch Krankheiten zu leiden als andere.

Schließlich ist noch zu bemerken, daß eine starke Entwickelung des einen Körpertheiles in der Regel die eines anderen herabdrückt, so daß eine Art Ausgleichung stattfindet, wie z. B. im Wachsthume des Bart- und Hauptthaares oder sind einzelne Sinne unvollkommen, so treten andere um so stärker hervor. Die Neigung zur Kompensation wirkt bei der künstlichen Züchtung bisweilen hinderlich.

Vererbung physischer und psychischer Eigenschaften.

Die Fortpflanzung ist entweder eine regelmäßige durch geschlechtliche Verbindung oder eine unregelmäßige durch Knospen und Sprossen mit Brutzellen, wie z. B. beim Okuliren, Kopuliren, Pfropfen, Pflanzung von Augen. Jene führt zu einer freieren Entwickelung, als diese, weil dort die Keimzelle sich früher selbstständig macht von dem mütterlichen Organismus als hier, wo sie länger und bis zu einer höheren Entwickelung unter dem elterlichen Einflusse steht und daher auch ihren Charakter treuer wiedergibt.

Ebenso bekannt als höchst merkwürdig stellt sich das Naturgesetz heraus, daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung die Nachkommen zwar stets denselben Formcharakter annehmen, voneinander aber sowohl in den einzelnen Körpertheilen, als auch, und zwar bei den Thieren, wie bei den Menschen in den Seeleneigenschaften so verschieden sind, daß man zwei Einzelnwesen desselben Stammes bei genauerer Zergliederung und Untersuchung sehr wol voneinander unterscheiden kann. Unter einer Schaar von gleichartigen Thieren kennt fast jedes das andere wegen seiner für unser Auge und unsere Beobachtungsgabe meist unfindbaren Verschiedenheiten. Indeß kann unser Unterscheidungsvermögen durch Uebung sehr ausgebildet werden, wie man es z. B. bei den Schäfern

wahrnimmt, die fast jedes Schaf ihrer Herde kennen und von andern unterscheiden. Wenn auch selbst bei manchen Menschenstämmen, z. B. den Baskiren, die einzelnen Leute besonders bei gleichen Anzügen kaum voneinander zu unterscheiden sind, so hat doch jeder sein besonderes Gepräge, welches sich in beschränkter Weise auf seine Nachkommen überträgt. Abgesehen aber von diesen kleinen Verschiedenheiten findet im allgemeinen eine Vererbung der Formen und Charaktere von Geschlecht zu Geschlecht statt.

Das Gesetz der Erblichkeit geht nun so weit herab, daß die Vorzüge und Nachtheile in derselben Familie sich fortpflanzen, selbst dann, wenn sie selten sind, wie die Anlage zu manchen körperlichen und geistigen Krankheiten, die Neigung zum Selbstmorde, ferner der Albinismus, Kretinismus, ein behaarter Körper, eine Stachelhaut, überzählige und fehlende Finger, wenn nur die Lebensbedingungen nicht wechseln.

Die Spielart der weißen Mäuse, der scheckigen Ratten, der weißen Hasen (in Cornvallis) kann sich durch gleichartige Paarung zu einer festen Rasse ausbilden. In England hat man eine hornlose Rindviehrasse gezüchtet und die Dinka-Neger in der Meschera haben eine Rasse auch ohne Hörner, aber in der Mitte des Scheitels mit einem kegelförmig aufgetriebenen Knochenhöcker (Schweinfurth).

Sogar zufällige Verstümmelungen sind erblich, wie der abgehauene Schwanz von Hunden, Pferden und Schafen, die durch Verletzung des Rückenmarkes herbeigeführte Epilepsie bei Meerschweinchen.

Ebenso sind Neigungen und Triebe erblich. Es gibt z. B. Katzen, welche nur Mäuse, andere, welche nur Ratten oder nur Geflügel vertilgen; diese Neigung kann sogar zu veränderten Körperformen führen, z. B. Wölfe, welche vorzüglich Hirschen und Rehen nachjagen, sind schlank gebaut; diejenigen aber, welche Schaafherden anfallen, sind kurzbeinig und schwerfällig. Bei Hunden vererbt sich die Neigung zum lauten oder stillen Jagen, zum Vorstehen, zum Bewachen einer Herde unter Beobachtung ganz bestimmter Gewohnheiten, zum Retten von Menschen aus Schneelawinen oder aus dem Wasser u. s. w., ebenso bei Pferden manche Gewohnheiten, wie das Krippensetzen, Ausschlagen, der Koller, das Beißen.

Künstliche Züchtung.

Die Wahrnehmung, daß die zu derselben Art gehörigen Einzelnwesen verschiedene Eigenschaften haben und daß gewisse Eigenthümlichkeiten sich auf die Nachkommen vererben, waren die Veranlassung, daß der Mensch unter Pflanzen und Thieren, welche er zu seinem Vortheile verwenden wollte, diejenigen zur Fortpflanzung oder zur Zucht sich auswählte, welche seinen Wünschen oder Bedürfnissen ammeisten entsprachen.

Es ist wahrhaft erstaunlich, wie wir durch eine lange dauernde Fortentwickelung unter angemessener Ernährung und Behandlung sehr bedeutende Veränderungen zu dauernden und erblichen machen können, wodurch endlich so große Verschiedenheiten zwischen den Abkömmlingen desselben Stammes hervortreten, daß es zweifelhaft erscheinen kann, ob die erzielten neuen Spielarten oder Varietäten nicht als ganz neue Arten anzusehen sind, so daß es dann, wenn Zwischenstufen ausgestorben sind, nicht mehr möglich wird, unter den lebenden Formen den Uebergang zu finden. Wir wollen einige Beispiele anführen.

Alle Stachelbeersorten, deren Früchte nach Größe, Gestalt, Farbe, Beschaffenheit der Oberfläche, Geschmack so sehr verschieden sind, stammen doch nur von einer ab.

Wie endlos verschieden die Abänderungen (Varietäten) bei unseren Kulturpflanzen sind, zeigt sich u. a. bei den Fuchsien, Hyazinthen, Stiefmütterchen, Dahlien, Pelargonien, Rosen, Aurikeln (von denen ich selbst gegen 500 Spielarten erzogen habe), bei den Kartoffeln und anderen Gemüsearten, und den Obstsorten, welche durch Zuchtwahl bis zu der jetzigen Vorzüglichkeit veredelt worden sind. Bei Astern habe ich aus sogen. leeren vollkommen gefüllte dadurch nach und nach erhalten, daß ich immer nur die äußersten Randkörner zur Nachzucht wählte. Je werthvoller Pflanzen und Thiere dem Besitzer sind, desto größer wird seine Aufmerksamkeit auf jede ihm vortheilhaft scheinende Abweichung im Baue und in nützlichen Eigenschaften sein.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in Frankreich erst drei Sorten Erdbeeren bekannt, heutzutage ist deren Anzahl schon ungemein groß und sie sind nicht mehr bloß sog. „Scheinfrüchte".

Beim Beginne der christlichen Zeitrechnung zählte man höchstens fünf Sorten von Pfirsichen und vor wenigen Jahren wuchsen in England schon 164 (Lindley).

Obwohl es jetzt außerordentlich viele Varietäten von Aprikosen, Birnen, Aepfeln, Pflaumen gibt, so läßt sich doch eine solche Stufenreihe verfolgen, daß man an ihr die Abstammung und die allmählige Veränderung von einer Stammform anerkennt.

Gelegentlich entstehen Sorten (z. B. von Pflaumen in Nordamerika), welche sich an eine gewisse Bodenbeschaffenheit gewöhnen und demnach auch einen besonderen Geschmack annehmen. Andere entarten bei einer Uebertragung in andere Boden- und klimatische Verhältnisse: so z. B. die ungarische Pflaume in Amerika, auch die Weinrebe. Die aus Saamen gezogenen Weinstöcke sind sehr veränderlich, vorzüglich bei gegenseitiger Befruchtung benachbarter Stöcke und vertragen eher eine Akklimatisirung. Dieses ist für den gegenwärtig einen mächtigen Aufschwung nehmenden Weinbau der Deutschen in Nordamerika wichtig.

Auch von den Kirschen sind die Sämlinge sehr veränderlich und weil viele ihrer Bastarde unfruchtbar sind, so schließt man auch bei ihnen auf nur wenige Stammsorten.

Manche Pflanzen, welche in England Zwitterblüthen tragen, haben nach ihrer Verpflanzung in Amerika getrennte Geschlechter. Bei weiterer Steigerung der Verschiedenheit können sich aus derselben Stammform ziemlich scharf begränzte Arten entwickeln.

Bei den durch Kreuzung erhaltenen Pflanzen ist der Fall außerordentlich häufig, daß die Abkömmlinge unter ihren veränderten Blüthenfarben auf demselben Stamme auch die Farbe der Mutterpflanze zeigen. Eines der auffallendsten Beispiele von Abänderungen gibt die Abstammung der Pfirsiche von der Mandel, welche in der That auch einerlei Blüthen haben. Manche Pfirsichbäume tragen an demselben Zweige bisweilen auch mandelähnliche Früchte. In Persien wächst ein Strauch, welcher als Uebergangsform sich erhalten hat und zwischen Mandel und Pfirsiche steht. Auch in Frankreich und England ist ein Mandel-Pfirsichbaum als eine stehende Varietät, dessen Früchte gewöhnlich die Mitte halten, bisweilen aber auch nur die besten Pfirsiche geben.

Nach der Erfahrung erleiden Theile jetzt aber um so weniger eine Abänderung, je längere Zeit eine unveränderte Vererbung stattgefunden hat, besonders wenn sie einer ganzen Gruppe von Arten gemeinsam sind. Ist aber in irgend einer einzelnen Art ein Theil ungewöhnlich entwickelt im Vergleiche mit demselben Theile bei anderen Gattungsverwandten, so zeigt er eine größere Veränderlichkeit. Eine Varietät einer Art nimmt oft einige der Merkmale einer verwandten Art an und selbst verschiedene Arten zeigen dennoch ähnliche Abweichungen,

indem ihre Varietäten zu einzelnen von den Merkmalen einer früheren Stammart zurückkehren.

Die Bastardbefruchtung ist also bei Pflanzen eine zweifellose Thatsache und läßt einen Unterschied zwischen Art und Varietät nicht erkennen; sie geht aber imallgemeinen über die Gattungsform nicht hinaus, verlangt einen gewissen Grad geschlechtlicher Verwandtschaft und die Fruchtbarkeit der Bastarde selbst ist um so geringer, je weniger die Stammeltern verwandt sind: die Arten-Bastarde sind imganzen weniger fruchtbar, als die Varietäten-Bastarde und diese können in späteren Generationen sogar die Eltern an Kraft und Fruchtbarkeit übertreffen. Die Eigenschaften der Bastardpflanzen liegen nicht stets zwischen denen der Stammformen. Untergeordnete Eigenschaften, wie die Farbe, werden durch künstliche oder natürliche Befruchtung bisweilen auf gar nicht verwandten Arten übertragen. So habe ich selbst z. B. die Farbe der Verbena melindris bei dem Löwenmaul hervorgebracht.

Wie ferner auch bei Thieren durch die Art der Ernährung und Behandlungsweise gewisse Eigenschaften der Gestalt und des Charakters erzielt, bei der Zuchtwahl gesteigert und sogar zu feststehenden Formen gebracht werden können, weiß jeder verständige Landwirth. Er kann z. B. Feinheit oder Menge der Wolle bei Schafen (aus der Haideschnucke wird das Merino), Fett- oder Fleischbildung bei Schweinen, Milchreichthum bei Kühen, Schnelligkeit, Kraft, Ausdauer, Schönheit, Größe oder Kleinheit bei Pferden; Wachsamkeit und mancherlei andere gute Eigenschaften bei Hunden durch Beharrlichkeit bei der Auswahl für die Nachkommenschaft erlangen.

Entziehung des Lichtes begünstigt Fettbildung.

So sind zwei verschiedene Rassen derselben Thierart, z. B. das feine englische Rennpferd und das schwere holländische Lastpferd durch eine zwar sehr langsame, aber sehr sichere Steigerung der abweichenden Eigenschaften bei der Wahl der Nachzucht aus dem rauhhaarigen starkknochigen wilden Pferde entstanden. Man wählte natürlich zur Nachzucht immer nur diejenigen Thiere, welche die gewünschten Eigenschaften in einem möglichst hohen Grade enthielten. Selbst also die Größenverhältnisse der Knochenbildung sind der Veränderung bei den von uns gezüchteten Hausthieren unterworfen.

Wie der Charakter des Pferdes durch den Umgang mit Menschen verändert wird, zeigt sich unter u. a. bei den Pferden der Kosacken und Araber. Die Thiere bekommen einen gewissen Grad von Verständigkeit

und Gemüthlichkeit, während z. B. ein Droschkenpferd stumpfsinnig und stätisch wird.

Obwohl die Knochen der wilden Enten hohl sind, so enthalten die aus ihnen durch Zähmung erhaltenen doch Mark, weil sie des Fliegens sich mehr entwöhnt haben.

Weil die zahmen Kaninchen bei dem Mangel drohender Gefahren ihre Ohren weniger empor zu richten brauchen, so bekommen sie nach und nach hängende Ohren.

Bei den durch Züchtung erhaltenen hangohrigen Kaninchen haben die hängenden Ohren durch ihr Gewicht den Bau des Schädels etwas verändert: hängt nur das eine Ohr, so hat es die Symmetrie der Schädelhälften gestört. Alle Kaninchen, welche wir jetzt in einem zahmen Zustande besitzen, stammen von einer wilden Art her.

Ebenso kommen alle Tauben von der wilden blaugrauen Felstaube (Columba livia) her. Bei diesen Thieren ist es wahrhaft bewundernswerth, zu sehen, welche außerordentliche Verschiedenheiten nach Körperbau, Schnabelbildung und Hautfalten im Gesichte, nach Kopf, Schwanz, Höhe der Beine, Befiederung der Füße, nach Federwuchs, Farbe und Gewohnheiten durch eine ausdauernde und angemessene Zuchtwahl erzielt worden sind. Besonders haben die Engländer es bewiesen, daß sie bei ihnen das wirklich erreicht haben, was sie sich einmal vorgenommen hatten. Man brauche, meinen sie, um eine in Betreff der Farbe des Gefieders beliebig gestellte Aufgabe zu lösen, nur drei Jahre, zur Heranbildung eines bestimmten Schnabels aber sechs Jahre sorgfältiger Auswahl bei der Paarung.

Unsere Haushühner sind wol alle veränderte Abkömmlinge des indischen Huhns (Gallus Bankisa), alle Pferderassen von einem wilden Stamme und so vielleicht auch die Hunde von mehren wilden Arten.

Die künstliche Züchtung kann selbst auf den Wechsel der Nahrungsmittel einwirken: man kann z. B. den Hund und das Iltis ausschließlich an vegetabilische, Hühner an Fleischnahrung gewöhnen. Sie bringt außerdem noch manche Verschiedenheiten hervor und häuft Eigenthümlichkeiten, deren Berücksichtigung uns bei der Ableitung der Abstammung von Werth ist. Ungeachtet der gleichen Abstammung ist die Zeit der Trächtigkeit verschiedener Schaafrassen doch nicht dieselbe. Wenn für Hund und Wolf diese Zeit verschieden ist, so ist dieses also kein Einwand gegen ihre gemeinschaftliche Abstammung und wenn auch der Schädel des Windhundes weit mehr dem des Wolfes und Fuchses entspricht,

als es bei dem des Mopses der Fall ist, so können wir den letzteren doch nicht von dem Hundegeschlechte ausschließen.

Ebenso wechseln bei Pflanzen zufolge der Kultur, die Lebensdauer, Blüthezeit, Behaarung, Gestalt der Blätter, Menge der Blüthentheile.

Einigermaßen störend greift in die Absichten der künstlichen Züchtung der noch unerklärte Umstand ein, daß manche Eigenthümlichkeiten zusammengehörig sich zeigen und sich bei der Nachzucht nicht einzeln erreichen lassen, z. B. bei den Tauben lange Schnäbel und große Füße, kurze Schnäbel und kleine Füße, zu den Federfüßen gehört eine Haut zwischen den äußeren Zehen. Lang- und grobhaarige Wiederkäuer haben gern lange oder viele Hörner, nackende Hunde ein unvollständiges Gebiß, Katzen mit grauem Felle haben blaue Augen. Man kann also bei der Nachzucht häufig nicht die eine Eigenthümlichkeit erreichen, ohne auch zugleich die andere zu erhalten.

Es ist durchaus kein Grund, daran zu zweifeln, daß, wie die jetzigen Kulturpflanzen und Hausthiere so außerordentlich veränderlich sich zeigen, auch andere Pflanzen- und Thierarten es thun würden, wenn man sie kultivirte und zähmte.

Inzucht.

Wir wissen bereits, daß sich durch Auswahl zur Nachzucht selbst geringe Abänderungen nach und nach sehr bedeutend steigern lassen. Kulturpflanzen und Hausthiere haben zu keiner Zeit aufgehört unter allen Klimaten und bei verschiedenen Behandlungsweisen für rasche Umänderungen und Veredelungen fähig zu sein. Soll aber das Maß der Abänderung ein bedeutendes und ein bleibendes werden, so müssen die organischen Wesen meist durch mehre Generationen den neuen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesen sein.

Pflanzen sowie Thiere bieten aber bei der künstlichen Zucht noch merkwürdige Erscheinungen dar. In der Gefangenschaft pflanzen sich manche tropischen Raubthiere ziemlich leicht fort, Bäre selten, fleischfressende Raubvögel fast nie; auch ausländische Pflanzen haben meist ganz werthlosen Blüthenstaub. Die Unfruchtbarkeit und Veränderlichkeit bei Pflanzen liefern aber grade die vortrefflichsten und werthvollsten Erzeugnisse für den Gebrauch.

Je leichter die Zähmung und Kultur, desto geringer ist die Abweichung der Nachkommenschaft von dem Urbilde. Imallgemeinen zeigt

die Natur einen Widerwillen gegen die Beschränkung der Freiheit. Kanarienvögel z. B. pflanzen sich umsoweniger fort, je enger der sie einschließende und am Fliegen sie hindernde Raum ist. Im Gegentheile aber pflanzen sich manche selbst schwache Hausthiere und Kulturpflanzen mit Leichtigkeit fort.

Einsperrung und Anbau sind der Regel nach von einem nachtheiligen Einflusse auf die Fähigkeit zur Reproduction bei beiden Geschlechtern, wenn auch der übrige Organismus dadurch nicht verändert wird. Selbst eine erzwungene Paarung ist häufig ohne Folgen und es tritt nicht selten sogar ein Widerwille gegen Paarung überhaupt hervor. Auch recht kräftig gedeihende Kulturpflanzen setzten selten oder niemals Saamen an.

Bei den Versuchen der künstlichen Züchtung stellt sich nun mit Entschiedenheit die Erfahrung heraus, daß die geschlechtliche Verbindung aus zu naher Verwandtschaft, d. h. die Inzucht bei Pflanzen und Thieren, die Kraft, Gesundheit, Lebensfähigkeit und Fruchtbarkeit ververmindert und bei Thieren auch den psychischen, bei Menschen den geistigen Anlagen nachtheilig ist; die Kreuzung aber zwischen verschiedenen Varietäten oder verschiedenen Stämmen einer Varietät der Nachkommenschaft Stärke und Fruchtbarkeit verleiht. Je mehr also z. B. die hohe und höchste Aristokratie auf Inzucht hält, desto eher geht sie ihrem leiblichen und geistigen Verderben entgegen. Wenn durch natürliche Vererbung Eigenschaften in ihr fortgepflnazt werden, welche der geistig und materiell gesunden Entwickelung der Menschheit nachtheilig sind, so muß man aufrichtig wünschen, daß sie bei der allerstrengsten Inzucht verbleibt.

Da bei Pflanzen die Selbstbefruchtung weniger Nachkommenschaft bringt, als die Kreuzung mit Varietäten, so werden Pflanzen mit ungetrennten Geschlechtern (Hermaphroditen) sich also wol nicht für alle folgenden Generationen befruchten können, wenn sie bestehen wollen. Bei manchen Pflanzen mit vereinten Geschlechtern verkümmern daher sogar der Stempel (das Stigma) mit der Narbe oder die Staubfäden mit dem Saamen (Pollen) oder sie kommen in verschiedenen Zeiten zur Reife, so daß die Befruchtung nur durch Kreuzung aus verschiedenen Pflanzen geschehen kann. Weil die Pflanzen keine freie Bewegung haben, sind die höheren Pflanzen Hermaphroditen; bei den Thieren ist es umgekehrt: je höher das Thier, desto vollkommener die Trennung der Geschlechter.

Weil bei Pflanzen mit getrennten Geschlechtern die Befruchtung

erschwert ist, so haben solche, meist baumartige, Gewächse eine viel längere Lebensdauer und sind einer Vermehrung durch Sprossung fähig, um sie vor dem gänzlichen Aussterben zu sichern. Wenn man bei den Hermaphroditen die Befruchtung verhindert, was sehr leicht geschieht, wenn man die Saamenbeutel abschneidet, ehe der Blüthenstaub zur Reife gelangt; so besitzen dergleichen Blüthen ebenfalls, wie ich es wiederholt beobachtet habe, ebenfalls eine längere Lebensdauer. Die ungestörte und leichte Befruchtung verkürzt zwar die Lebenszeit der Einzelnwesen, sichert aber der ganzen Gattung eine längere Zukunft.

Wir können also nach den obigen Ausführungen bei den Kreuzungen zwei Hauptfälle unterscheiden:

1. Es können sich Individuen derselben Art verbinden und zwar entweder:

a) von derselben Rasse, oder

b) von verschiedenen Rassen.

In beiden Fällen ist die Nachkommenschaft fortpflanzungsfähig, in jenem ist sie in der Regel von gleicher Art und Rasse, in diesem erscheinen Varietäten und Blendlinge.

2. Es können sich Individuen verschiedener Arten verbinden und dann ist die Verbindung entweder

a) unfruchtbar oder

b) fruchtbar;

aber die erzeugten Bastarde sind bei Thieren schon anfänglich unfruchtbar oder werden es durch strenge Inzucht; bei Pflanzen sind sie in der Regel fruchtbar und oft in einem höheren Grade, als die erzeugenden Arten. (Der Kanarienvogel z. B. ist bereits mit neun Finkenarten gekreuzt worden, aber die Bastarde pflanzen sich, wenigstens in der Gefangenschaft, nicht fort.)

3. Es können sich Individuen verschiedener Gattungen kreuzen, wie nach meinen Erfahrungen Ente (Erpel) und Huhn (Henne), aber sie erzielen keine Nachkommenschaft, wenigstens bei der jetzt erlangten Verschiedenheit der Zeugungsorgane und in der Gefangenschaft.

Die Blendlinge aus Varietäten derselben Art und die Bastarde aus zwei Arten haben bis auf den Grad der Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit die größte Aehnlichkeit. Die Unfruchtbarkeit hat nur in der Verschiedenheit der Wiedererzeugungsorgane ihren Grund, nicht in anderen Körperverschiedenheiten.

Wie übrigens die wechselseitige Kreuzung zweier Thier-Arten (Pferd und Esel: Maulesel und Maulthier) bisweilen nur für den einen

Fall Nachkommen gibt, so auch bei Pflanzen: Jalapa mirabilis kann leicht durch den Staub von M. longiflora befruchtet werden, nicht aber umgekehrt. Sind die Bastarde vorzüglich nur der einen Stammart ähnlich, so sind sie meist unfruchtbar.

Die erste Kreuzung zwischen zwei verschiedenen Arten, so wie zwischen ihren Bastarden ist meist, aber nicht stets unfruchtbar. Die Grade der Unfruchtbarkeit richten sich nicht genau nach der systematischen Verwandtschaft der Arten, sie ist jetzt bei weit voneinander stehenden und schlecht zu paarenden Arten allgemein, aber um so geringer und die Nachkommenschaft um so kräftiger, je weniger die Stammformen voneinander abweichen, so daß die als Varietäten geltenden Formen fast durchaus fruchtbar sind, während die aus zwei Familien genommenen Arten sich fast gar nicht mehr kreuzen.

Rückbildungen oder Rückfälle.

In der schwierigen Untersuchung den Nachweis davon zu führen, daß während der Entwickelung des Erdkörpers im Laufe der Millionen von Jahren die organische Welt sich ohne Unterbrechung bis zur heutigen Stufe herangebildet habe, werden wir durch einen glücklichen Umstand wesentlich unterstützt, welcher mehr als eine bloße Laune der Natur ist. Ich meine die Neigung der organischen Wesen zur Annahme früherer, aber bei späteren Bildungen bereits verlassener Kennzeichen oder die Neigung zu Rückfällen.

Wie häufig kommt es bei uns Menschen vor, daß Kinder mit Uebergehung ihrer Eltern manche auffallende Eigenschaften des Körpers und des Charakters ihrer Großeltern besitzen. Kinder zwerghafter Eltern werden bisweilen riesig wie frühere Vorfahren waren.

Die Blendlinge zweier ganz verschieden und auch ungleich gefärbten Taubenrassen von alter und echter Art zeigen oft einen merkwürdigen Rückfall zu dem Stammvater der Tauben, nämlich zur Felstaube mit schieferblauer Farbe und metallglänzendem Spiegel, schwarzen Flügelbinden, einem weißen Steiß, einer Querbinde auf dem Ende des Schwanzes und einem weißen äußeren Rande am Grunde der äußeren Schwanzfedern. Hier zeigt sich also in den fruchtbaren Nachkommen zweier verschiedener Rassen derselben Art das Streben zu dem Charakter der ursprünglichen Stammeltern, von welchen alle Tauben-

rassen abzuleiten sind, selbst nach wenigstens 2000 Jahren wieder zurück zu kehren.

Obwohl es seit mehr als 150 Jahren in Suffolk und Halloway eine hornlose Rindviehrasse gibt, so werden doch noch bisweilen gehörnte Nachkommen geboren, wie die Stammeltern waren.

Die Füllen der zahmen Esel haben bisweilen gestreifte Beine, wie sie die wilde Stammform in Abyssinien bleibend besitzt.

Aber auch die Arten einer Gattung zeigen bisweilen eine Neigung des Rückfalles zu dem Charakter der Vorfahren und weisen so auch auf einen gemeinsamen Urzeuger zurück.

Beim Esel- und beim Pferdefüllen zeigt sich der Rückfall zum Zebra nicht selten ganz deutlich an den Querstreifen auf den Beinen; der Schulterstreifen ist bisweilen doppelt, manchmal fehlt er oder zeigt eine veränderte Länge. — Das Quagga hat die Streifen des Zebra, meist ohne Binden an den Beinen. — Selbst bei Pferden in allen Theilen der Erde und bei allen Rassen sind, namentlich im ersten Alter, die Rückenstreifen nicht selten, vorzüglich bei graubraunen und mausefarbenen Thieren; ja sogar ein schwacher doppelter bis dreifacher Schulterstreifen und Binden an den Beinen kommen vor. Letztere habe ich auch an einem mit Leopardflecken vollständig bedeckten Pferde gesehen. Im nordwestlichen Theile Ostindiens ist eine Pferderasse, welche nicht blos in dieser Weise, sondern noch an den Seiten des Kopfes gestreift ist. Vorzüglich häufig sind die Beine der Maulesel gestreift, stets aber an den Bastarden von Esel und Zebra. — Der Bastard von einem Quaggahengste und einer kastanienbraunen Pferdestute, sowie das Füllen von dieser Stute mit einem arabischen Rappen hatten an den Beinen sogar deutlichere Querstreifen, als das Quagga selbst. — Noch auffallender ist es, daß ein Bastard von einem Esel und einem Hemionus, welche beide ohne Streifen waren, gestreifte Beine, drei kurze Schulterstreifen und einige Streifen im Gesichte hatte.

Alle diese Thatsachen weisen zurück auf ein gestreiftes Thier als gemeinschaftlichen Stammvater für unser Hauspferd, den Esel, den Hemionus, den Quagga und das Zebra.

Recht deutlich weiset uns der Embryo des Pferdes auf seine Urform zurück: er hat anfänglich die Anlage zu fünf Zehen, bald aber verkümmern die beiden äußersten, dann die beiden ihnen benachbarten, so daß sich endlich nur die mittelste zu einem Hufe entwickelt. Aber diese Umbildung unterbleibt bisweilen, denn noch heute kommen nicht blos Pferde mit gespaltenen Hufen vor, sondern selbst dreizehige Füllen,

welche also weit zurück auf das Hipparion aus der Tertiärzeit Griechenlands als den Urahnen weisen. — Ferner gleichen die Milchzähne unseres Pferdes den Dauerzähnen des fossilen Anchiterium (Equus fossilis) und die Milchzähne von diesem den Dauerzähnen des noch älteren Hypparion. Eigenschaften, welche in früheren Formen dauernd vorhanden waren, sind zwar erblich, aber nicht bleibend geworden, sondern erscheinen nur vorübergehend. —

Wie die Blendlinge verschiedener scharf getrennter alter und ächter Rassen, welche zu derselben Art (Taube z. B.) gehören, auf einen gemeinschaftlichen Ursprung hinweisen; so auch alle Bastarde der zu einer Gattung (Pferd z. B.) gehörigen Arten.

In gleicher Weise werden die Merkmale der verschiedenen Gattungen, welche zu einer höheren Ordnung gehören, ebenfalls auf eine gemeinsame Stammform zurückführen, für welche aber der Repräsentant im Laufe der viele Millionen von Jahren verloren gegangen ist. Jede Thierfamilie für sich hat einen Stammvater. So z. B. alle katzenartigen Thiere (Hauskatze, Löwe, Tiger, Leopard, Puma), alle bärenartigen, wieselartigen, hundeartigen. Aber auch alle diese Familien besitzen als Raubthiere wieder gewisse gemeinschaftliche Merkmale, so daß ihre Abstammung auf einen gemeinschaftlichen Urzeuger zurückweist. Die Jungen des Löwen und des Puma sind oft gestreift und der Fötus des Walfisches hat Zähne. — Vögel derselben oder verwandter Arten haben zwar in der Jugend dieselbe Farbe, weichen aber im Alter sehr voneinander ab.

So können wir rückwärts steigen bis zu den wenigen Urformen des organischen Lebens, welches nach hinreichender Abkühlung der Erde in einfachster Weise begann.

Wie bei den Thieren, so sind auch bei den Pflanzen ähnliche Rückfälle zu früheren Formen, welche man (Schulz) als Reihenverwandtschaft bezeichnet hat, festgestellt worden. Die so schönen künstlich gezogenen Pensées gehen bisweilen auf das wilde Stiefmütterchen zurück.

Ueberhaupt sind also Rückfälle keine vereinzelten Erscheinungen, sondern sie liegen tief in der Entwickelung des organischen Lebens und umfassen sogar das Seelenleben. So überspringt die Neigung zum Selbstmorde oder zum Irrsein bisweilen einzelne Generationen, um dann wieder aufzutreten, oder sie erscheint immer erst in einer bestimmten Lebensperiode. — Wenn Hottentottenkinder auch vom zartesten Alter

an durch christliche Eltern erzogen wurden. so entliefen sie doch später heimlich zu ihrem Volke.

Selbst erbliche Krankheiten, wie Taubheit, Blindheit überspringen bisweilen mehre Geschlechter, um dann wieder eine ganze Nachkommenschaft zu befallen.

Es scheinen also zwar die Bedingungen für gewisse Entwickelungsformen sich bleibend zu vererben, aber sie bedürfen, um in Wirksamkeit zu treten, einer ganz besonderen und wol schwer zu ermittelnden äußeren Anregung. Es mögen gewisse Gehirnfehler sein, welche auf spätere Geschlechter übertragen werden.

Rückfälle zeigen sich also nicht blos in den äußeren Formen der organischen Wesen, sondern auch in dem Seelenleben der Thiere und Menschen.

Jedes gezähmte oder in der Gefangenschaft geborene und an Menschen gewöhnte wilde Thier, besonders ein fleischfressendes, zeigt bisweilen Rückfälle zu seiner ursprünglichen Natur. Gezähmte Elephanten, Löwen und andere Thiere haben schon oft großes Unglück angerichtet. Selbst der gemüthlichste und wohlerzogenste Hund, von dem Werner im Faust sagt:

„Dem Hunde, wenn er gut erzogen,
Wird selbst ein weiser Mann gewogen."

läßt einen Rückfall zu seiner viehisch wilden Neigung erkennen, denn er beißt selbst auf seinen Herrn wüthend los, wenn er ihm einen Knochen, an dem er nagt, wegnehmen will.

Aber den scheußlichsten aller Rückfälle zu einer wahrhaft bestialischen Natur zeigt leider der vernunftbegabte (!) Mensch, welchen man hochmüthig ein Ebenbild Gottes nennt. Abgesehen davon, daß Einzelne im Verborgenen manche Verbrechen in einer Weise begehen, wie sie gräßlicher bei Thieren nicht vorkommen, weil es diesen an Verstand fehlt, um unter den Gräuelthaten eine Wahl zu treffen, werden ganze Schaaren von Menschen, nicht etwa „skropholöses Gesindel", sondern grade die körperlich kernigsten Bestandtheile der Völker ausersehen, um auf die wirksamste Weise das Leben ihrer gedankenlos sogenannten „Mitbrüder" zu vernichten, und zwar in einem möglichst kleidsamen, für das Gemeinwohl aber allzu kostspieligen Anzuge. — Geht das Schlachten los in den „Schlachten", dann zeigt sich der Mensch erst recht in seinem Rückfalle zur Bestie. Da wird der „Mitbruder in Christo" trotz der Thierschutz-Vereine zerhauen, gestochen, zertreten, gebissen, zerfleischt, erschossen wie ein toller Hund und der Mensch ist sich seiner nicht mehr bewußt;

er ist nicht mehr Mensch, er ist Thier, er ist schlimmer als ein Thier, er zeigt den scheußlichsten Rückfall zur Bestie. Selbst das harmlose Pferd muß ihm in seiner Mordgier beistehen und dafür oft büßen. Aber sogar das leichengewohnte Pferd Napoleons I. bäumte sich, als dieser Unmensch, dieser großartige Repräsentant brutalster Gewalt, auf dem Schlachtfelde von Borodino zwischen den 60,000 Leichen einherritt.*)

„Man nennt's Vernunft und braucht's allein,
Um thierischer als jedes Thier zu sein."

Von den zwei einander gegenüberstehenden Heeren fleht jedes eine höhere Gewalt gleichmäßig um Verleihung des Sieges für seine vermeintlich gerechte Sache an**). Die Römer machten sich einen ganz besonderen Kriegsgott und schlugen mithilfe dieses Mars die Welt in Fesseln, um nur selbst in Ueppigkeit schwelgen zu können.

Ueber den unter manchen Völkern jetzt noch herrschenden Kriegersinn, man möchte es fast Wahnsinn nennen, und das Studium zur Erfindung der geeignetsten Mordwerkzeuge wird eine künftige, moralischer organisirte Generation ihr höchstes Erstaunen und Verdammungsurtheil ausdrücken. Das Dogma von der persönlichen Unfehlbarkeit in weltlichen Dingen hat in der Geschichte der Machthaber seit Jahrtausenden eine große und verderbliche Rolle gespielt; dem in geistlichen Dingen ist zur großen Freude aller Vernunftbegabten jetzt erst die Krone aufgesetzt worden. Ist nicht aber jenes für die Menschheit viel nachtheiliger als dieses? Wir geben dem letzteren den Charakter einer harmlosen

*) Friedrich Schleiermacher sagt Band 10, S. 341 seiner Werke, daß wir nach der Besiegung Napoleons überhaupt wieder anfangen konnten, „Menschen zu sein und uns allen Gefühlen der Theilnahme und Bruderliebe ohne Rückhalt zu überlassen." Man fängt jetzt wol an in der Lust zum Kriege mehr und mehr die bestialische Seite der menschlichen Natur zu erkennen und zur Entwaffnung zu drängen; ob aber mit Erfolg? Leider noch nicht! Man sollte lieber diejenigen Kriegslustigen, welche bisjetzt leider noch die unveräußerlichen Rechte, über Krieg und Frieden allein zu entscheiden, besitzen, sich im Einzelnkampfe austoben lassen und nicht die Völker wie Bulldoggen aufeinanderhetzen. Es wäre viel humaner.

**) Vor der Türkenschlacht von St. Gothard (4 Stunden vor Wien an der Raab) am 1. August 1664 streckte der kühne österreichische Reitergeneral Spork, welcher des Schreibens nicht mächtig war, seine rechte Hand zum Himmel empor und rief: Du allmächtiger Generalissimus da oben! Wenn Du uns heute wegen unserer Sünden nicht beistehen willst, so hilf wenigstens diesen Hunden, den Türken, nicht; dann wollen wir mit ihnen schon allein fertig werden! Die Schlacht wurde von Montecuculi unter Beihilfe von 25,000 Mann Franzosen gegen den Großvezier Achmet Kiuporli glänzend gewonnen.

persönlichen Liebhaberei um so mehr, je mehr wir den Kopf des Volkes klären.

Auch die Duelle sind ein schlagendes Zeichen, daß die Vernunft selbst bei solchen noch nicht zur vollen Geltung gekommen ist, welche eine gewisse Summe von Kenntnissen und einen gewissen Grad von Bildung besitzen. Wenn ein paar Hähne mit ihren natürlichen Waffen einen Zweikampf aufnehmen, so erscheint dieses wol lächerlich; thun es aber Menschen mit Mordwaffen, so ist dieser Rückfall zur alten Barbarei des rohesten Faustrechts, ja zur rohen Bestialität, ebenso wahnwitzig als blödsinnig und in der That eine Schande für einen vernunftbegabten Menschen. Bauern hauen einander mit Knüppeln, Studenten mit Hiebern, Junker mit Säbeln; der Grad des Ehrgefühls bestimmt die Natur der Mordwerkzeuge. Ist nur Blut geflossen, so folgt brüderliche Versöhnung und die Vernunft ist in ihre Rechte eingesetzt. Ist aber gemordet worden, so kommt der gewöhnliche Mann um seinen Kopf, der Junker auf einige Monate um die theilweise Verfügung über seine Freiheit. Die Gleichheit vor dem Gesetze ist gewahrt! O tempora, o mores! Wir dürfen bei diesen Zuständen nicht übersehen, daß der Affe sich manchen Menschen ganz ebenbürtig erweist, indem er auch Kugeln und Säbel gebraucht: denn er wirft mit Steinen und haut mit Aesten, was kein anderes Thier thut, zeigt also nicht blos im Körperbaue, sondern auch in seiner Lebensthätigkeit eine Verwandtschaft mit solchen Menschen.

Ob ferner die Sucht für Leistungen, deren Werth oft sehr zweifelhaft oder ganz unbekannt ist, sich mit allerlei höchst spitzfindig ausgedachtem Tande behängen zu lassen, ein Rückschritt zur Sitte derjenigen Naturvölker ist, welche ihren Werth und ihre Würde nach den Anhängseln in ihren durchstochenen Lippen oder Nasen beurtheilen oder ob es ein Stehenbleiben auf einer niederen Gesittungsstufe ist, auf welcher die Burtheilung der wahren Menschenwürde noch nicht geläufig ist, mag dahingestellt bleiben. Hier genügt es zu bemerken, daß der Mensch trotz der ihm bewußten Geschichte seines Geschlechtes und der an Einzelnen gemachten Erfahrungen leider immerfort noch an psychischen Rückfällen sehr leidet, wodurch die höhere geistige und sittliche Entwickelung außerordentlich gehemmt wird.

---

*) Der Etat für Orden beträgt in manchen Staaten mehr als 100,000 Thaler. Man verwende diese Summe zur Hebung der Volksschulen und der Gewinn für die kosmogenetische Entwickelung des Menschengehirns wird größer sein als jetzt.

Zu diesen bedauernswerthen Erscheinungen des Rückfalles des menschlichen Wesens rechnen wir endlich auch das in der Neuzeit wieder auftauchende, der Natur und Vernunft hohnsprechende Unwesen der Klosterwirthschaft. Wenn Menschen ihre Befriedigung darin suchen, oder finden, Betmaschinen oder Verdauungsschläuche zu sein, so ist es um ihr menschenwürdiges Dasein schlecht bestellt. Ueberall, wo das Schulwesen darnieder liegt, entwickelt sich diese psychische Krankheit endemisch. Wenn man allgemein nach dem, das Cölibat rechtfertigenden Bibelansspruche: „Welche aber würdig sein werden, jene Welt zu erlangen und die Auferstehung von den Todten, die werden weder freien noch sich freien lassen" (Lucas 20, 35) verführe; so würde die Erde nach hundert Jahren völlig menschenleer sein.

Diejenigen, welche in gedankenlos sentimentaler oder fanatischer Weise das Verdammungsurtheil über die in der neuesten Zeit aufgestellte Theorie von der Abstammung des Menschen und überhaupt über die Ergebnisse der Naturforschung den Stab brechen, scheinen grade amallermeisten zu den bezeichneten Rückfällen, welche sie an die richtige Abstammung des Menschen erinnern sollten, geeignet und geneigt zu sein.

Hätten die Völker überall erleuchtete Staatsmänner an ihrer Spitze, so würden diese lieber mit aller Kraft auf die Hebung der Volksbildung und Gesittung hinwirken, um nicht durch geistige Versumpfung ein wahnsinniges Gesindel heranwachsen zu lassen, wie es sich früher bei Religionskriegen und Revolutionen so schmachvoll gezeigt hat. Nicht ein gebildetes Volk ist zu fürchten, wol aber ein sinnloser Pöbel.*)

*) Washington ermahnt in einer Botschaft seine Mitbürger: „Behandelt als Sache erster Wichtigkeit die allgemeine Verbreitung der Bildung Je mehr in der Republik (wir fügen dazu: so wie bei jeder anderen Staats-Verfassung) der Staat sich auf die öffentliche Meinung stützt, desto wesentlicher ist die Aufklärung des Volksgeistes."

Grant sagt in einer seiner neuesten Botschaften: „Ich beschwöre das Volk, dafür zu sorgen, daß Allen, welche die bürgerlichen Rechte besitzen und ausüben, die Gelegenheit zur Aneignung der Bildung geboten weede, welche ihre Theilnahme an der Regierung nicht zu einer Gefahr, sondern zu einem Segen macht." Das sind gesunde, menschenwürdige Grundsätze! Hierbei fällt mir ein Ausspruch von Montesquieu ein, welcher sagt, „die Republik sei auf die Tugend gegründet." Allerdings geht die politische Reife, welche ihren höchsten Ausdruck in der Republik findet, Hand in Hand mit wahrer Bildung und gediegener Sittlichkeit.

Natürliche Zuchtwahl.

Was der Mensch in den beschränkten Verhältnissen seines Hauswesens und unter der schützenden Fürsorge gegen die nachtheiligen Einflüsse der Witterung, des Mangels an Nahrung und Reinlichkeit oft nur mühsam erreicht, bringt die Natur in freier Zuchtwahl unter harten Kämpfen des Starken gegen den Schwachen und gegen andere feindlichen Einflüsse in weit kräftigerer Weise hervor.

Der Mensch hat bei der Zuchtwahl stets gewisse, für ihn selbst vortheilhafte Gesichtspunkte im Auge; die Natur aber handelt freier und selbstständiger. Jener unterwirft die Eingeborenen aus verschiedenen Klimaten mit verschiedenen Eigenthümlichkeiten denselben Lebensbedingungen und schont auch das Unvollkommene, wenn es ihm einigen Nutzen gewährt; diese aber läßt jedem Wesen seine Freiheit, um sich in die für es passendsten und günstigsten Lebensbedingungen zu versetzen und dabei die Schwächlinge zu vernichten. Günstige Abänderungen werden erhalten, nachtheilige gehen zugrunde, ohne daß es der Mitwirkung der Menschen bedarf, nur daß diese Veränderungen in der freien Natur viel längere Zeiträume bedürfen und mit der geologischen Entwickelung des Erdkörpers im innigsten Zusammenhange stehen.

Was bei der künstlichen Züchtung planmäßig durch den Willen und zum Nutzen des Menschen in kurzer Zeit geschieht, bringt die Natur planlos im Kampfe um das Dasein zum Vortheile der entstandenen Wesen selbst in langer Zeit hervor. Aber jene Erzeugnisse sind weniger beständig als diese.

Die Natur ist unabläßig und geräuschlos thätig in der Vervollkommnung aller organischen Wesen. Alle Gestaltungen sind hervorgegangen aus den Wechselbeziehungen der Anpassung an Lebensbedingungen unter dem Einflusse des Klima's und der Bodenbeschaffenheit und aus der Vererbung unter fortwährendem Kampfe um das Dasein.

Wir werden davon in der sehr kurzen Spanne der geschichtlichen Zeit des Menschengeschlechtes allerdings nur wenig gewahr, müssen aber erstaunen, wenn wir auf die Denkmale aus früheren geologischen Perioden zurückblicken und die sehr große Verschiedenheit der jetzigen und der früheren organischen Welt erkennen.

Leben sehr viele Wesen auf einem verhältnißmäßig beschränkten Raume zusammen, so werden ohne Zuthun des Menschen nicht nur die

Nachtheile allzugroßer Inzucht vermieden, sondern auch die Vortheile der Ererbung hervorragend guter Eigenschaften erreicht, da diejenigen Geschöpfe, welche diese Eigenschaften in einem geringeren Grade besitzen, bald zugrunde gehen.

Die natürliche Zuchtwahl bringt in einer Art nie etwas ihr selbst Nachtheiliges oder etwas einer anderen Art ausschließlich nur Vortheilhaftes hervor; sie wirkt imallgemeinen nur zu ihrem eigenen Vortheile. Wenn auch z. B. der Widerhaken am Stachel der Biene den Tod der einzelnen stechenden Biene herbeiführt, so ist er dem ganzen Bienengeschlechte doch nützlich.

Die auf einer tiefen Stufe der Organisation stehenden Wesen sind veränderlicher, als die höher entwickelten und in allen Beziehungen voneinander verschiedenen, und ebenso sind auch die unvollkommenen Organe veränderlicher und werden bei der natürlichen Zuchtwahl nicht beachtet; sind Theile vielzählig (Staubfäden bei Pflanzen, Zähne bei Thieren), so sind sie auch nach Zahl und Bauart veränderlich. Allgemeine Merkmale für Gattungen, welche sich schon lange unveränderlich vererbt haben, sind weniger veränderlich als die besonderen, welche Arten voneinander trennen.

Die günstigsten Bedingungen für die natürliche Zuchtwahl fanden in den beiden älteren Perioden der Tertiärbildung während der sehr langsamen Hebungen des Festlandes statt, wobei durch Wasser bisher getrennte Länderstrecken verbunden und so der Wandertrieb befördert wurde.

Wie außerordentlich erfolgreich die natürliche Zuchtwahl gewirkt hat, sehen wir recht deutlich u. a. daraus, daß in Amerika bisjetzt schon die fossilen Ueberreste von 17 Pferderassen aufgefunden worden sind und daß die Knochen der kleinsten, welche 68 Fuß tief in einem grauen sandigen Thone der unteren Tertiärbildung Nebraska's lagen, auf ein Thier von nur 2 bis höchstens 2½ Fuß Höhe hinweisen. Unter den Antilopen Südafrika's haben wir heute noch zwergenartige Thiere.

Wir wollen nun noch einige Umstände angeben, welche auf die Abänderung und Vervollkommnung von wesentlichem Einflusse gewesen sind.

Die geschlechtliche Wahl.

Da sich Eigenthümlichkeiten oft nur in einem der beiden Geschlechter vererben, so werden sie umsomehr hervortreten, je kräftiger und geeigneter die eine Fortpflanzung bewirkenden Geschöpfe sind. Im Kampfe um ein Weibchen werden die Besiegten, z. B. ein geweiheloser Hirsch, ein Eber ohne Hauer, ein spornloser Hahn, ein Schwan mit schwachen Flügeln entweder gar keine oder doch nur eine schwache Nachkommenschaft haben.

Es sind aber nicht blos Waffen der Gewalt (Säbel, Gewehr und Kanone), die zum Siege führen, sondern auch edlere Eigenschaften (Vernunft), wie bei der Nachtigall ein kräftiger und wohltönender Gesang (freisinnige Gesetze), beim Pfaue und Paradiesvogel die Schönheit des Gefieders, mit dem sie ihre Weibchen (andere Volksstämme) zu bestechen suchen, bei dem Haus- und Truthahne die kokettirenden Bewegungen u. s. w. Es findet hier, wie bei Menschen, Bevorzugung und Zurücksetzung (Sympathie und Antipathie) statt. Wenn also bei sonstiger Uebereinstimmung in einer Thierart das Männchen von dem Weibchen abweicht, so sind es meistens wol die Folgen der geschlechtlichen Zuchtwahl.

Für die Erklärung der Uebergänge und der allmähligen Rassenabänderung und Veredlung ist eine Thatsache, nämlich die Nachwirkung des ersten Vaters auf die späteren Nachkommen bei Thieren und Menschen, bemerkenswerth. Ist z. B. eine Pferdestute einmal von einem Eselhengste belegt worden, so tragen die selbst später von einem Pferdehengste erzeugten Nachkommen etwas Eselartiges an sich. So sind auch die späteren Kinder einer Negerin selbst von einem Neger dann weißer, wenn der vorherige Vater weiß war, und die folgenden Kinder nur von einem weißen Vater werden immer weißer. Die späteren Befruchtungen der Mutter zeigen in den Nachkommen die Spuren des ersten Vaters.

Ungeachtet der gegenwärtig schon bedeutend hervortretenden organischen Verschiedenheiten erscheinen doch bei Pflanzen und Thieren noch häufig Bastardzeugungen. Bisjetzt hat man bei Thieren schon mehr als hundert beobachtet; z. B. Löwe und Tiger, Zebra und Esel, Steinbock oder Gemsbock und Ziege, Hase und Kaninchen, die drei Kameelarten: das Kameel, Nar und das kraushaarige Luk miteinander und die Bastarde untereinander, ebenso Hund und Wolf, Hund und Schakal.

Wenn es auch als Regel anzusehen ist, daß eine geschlechtliche Verbindung nur mit Gliedern derselben Art oder mit Spielarten (Varietäten) einer Art stattfindet, so treten doch auch jetzt noch nicht nur Vermischungen zwischen verschiedenen Arten derselben Gattung (Pferd, Esel), sondern auch sogar zwischen Gliedern verschiedener Gattung (Ente, Huhn) ein. Im ersten und zweiten Falle entsteht eine fortpflanzungsfähige Nachkommenschaft, im dritten fast stets nur eine unfruchtbare, im vierten gar keine. Es ist wahrhaft wunderbar und deutet auf eine in früheren Bildungsperioden der Erde weit geringere Verschiedenheit in den Zeugungsorganen selbst ganz verschiedener Thierklassen hin, wenn man die wohlbeglaubigte Thatsache berücksichtigt, daß selbst Vögel, namentlich gutsprechende Papageien, unter den Menschen zu denen, die von einem andern Geschlechte sind, eine weit größere, ja zärtliche Neigung haben, als zu den gleichgeschlechtlichen.

Aus solchen Thatsachen ergibt sich, daß die Beständigkeit der Arten aufgegeben werden muß. Selbst die ägyptischen Krokodilmumien weichen von den heute im Nile lebenden ab; auch Fuchs, Steinmarder und Iltis haben seit den schweizerischen Pfahlbauten (seit etwa 3000 Jahren) ihr Gebiß verändert. Auch im Mineralreiche läßt sich eine scharfe Gränze zwischen Arten nicht ziehen, weil stets allmählige Uebergänge vorhanden sind.

Wenn es ferner schon auffallend ist, daß dasselbe Weibchen sowohl Männchen als auch Weibchen erzeugt, so ist es noch merkwürdiger (bei den Krustenthieren, Ameisen, Bienen), daß jedes Geschlecht wieder ganz abweichende Formen annimmt. Ebenso kann eine Zwitterpflanze aus derselben Saamenkapsel drei verschiedene Zwitterformen erzeugen.

Die Anlagen zu bestimmten Bildungen können sich, ohne zu erlöschen und ohne eine Wiederholung einer geschlechtlichen Verbindung, bis auf sehr späte Geschlechter fortpflanzen, wodurch in höchst merkwürdiger Weise für die Erhaltung der Wesen gesorgt ist. Ein auffallendes Beispiel bieten die bekannten Blattläuse dar. Im Herbste begatten sich die ungeflügelten Weibchen mit den geflügelten Männchen; jene legen Eier, aus denen im nächsten Frühlinge sich Weibchen entwickeln, welche aber nicht auch Eier legen, sondern lebendige Junge gebären; diese pflanzen sich ohne Männchen bis zum fünfzehnten Geschlechte fort und dann erst werden wieder Weibchen und geflügelte Männchen geboren; jene legen nach der Begattung Eier und so wiederholt sich dann derselbe Erzeugungswechsel (Generationswechsel). — Nicht nur bei den Bienen, sondern auch bei einer schlanken Wespenart

(Polistes gallica) steht es als Thatsache fest, daß unbefruchtete Eier nur Männchen, aber befruchtete Weibchen hervorbringen. — Ein höchst merkwürdiger Generationswechsel zeigt sich bei gewissen Medusen: aus ihren Eiern werden Infusorien, diese setzen sich fest und gestalten sich zu Polypen um, aus ihnen entstehen Knospen; die letzteren lösen sich ab und schwimmen wieder als Medusen herum.

Es ist also höchst wahrscheinlich, daß in sehr frühen geologischen Perioden eine weit größere Freiheit in der geschlechtlichen Wahl stattfand, weil die Lebensformen einander bedeutend näher standen als jetzt, so daß mehr Aussicht auf eine zeugungsfähige Nachkommenschaft vorhanden war, als später und namentlich jetzt bei den so großen Verschiedenheiten der organischen Wesen.

Bei der vorschreitenden Abkühlung der Erde und bei der größeren auch durch atmosphärische Niederschläge bedingten Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung ihrer Kruste wurden die Lebensbedingungen der organischen Wesen und so sie selbst und mit ihnen ihr Zeugungssystem in einer Weise abgeändert, daß sich durch Kreuzung neue Lebensformen entwickeln mußten.

Je verschiedener die Nachkommen einer Art in einem gewissen Verbreitungsgebiete wurden, desto mehr hatten sie bei der Verschiedenheit ihrer Lebensbedürfnisse Aussicht auf Bestehen und destomehr häuften sich die Abänderungen, so daß beim Aussterben von Zwischenstufen nicht blos mehr Varietäten, sondern ganz verschiedene Arten und Gattungen übrig blieben, deren Zusammenhang dann schwerer zu erkennen ist.

Für die fortlaufende Steigerung der Verschiedenheiten und die Entwickelung neuer Lebensformen ist es außerordentlich wichtig, daß gekreuzte Varietäten fruchtbar, nicht gekreuzte Arten aber nach und nach unfruchtbar werden.

Es ist also in der That ein Trieb der Selbsterhaltung, wenn der Saamenstaub einer Flachsblüthe unfähig ist, die eigene Narbe zu befruchten, wol aber die Narbe einer andern dimorphen Blüthe, obwohl die Selbstbefruchtung so nahe liegt.

Alle Pflanzen, welche durch Wohlgeruch, Schönheit und Honigabsonderung sich auszeichnen, sind zur Befruchtung durch Insekten angewiesen. Ehe es also Insekten gab, waren nur Pflanzen mit unscheinbaren Blüthen vorhanden, welche wie die Nesselgewächse, Nadelhölzer, Eichen sich selbst oder vermittelst des Windes befruchten.

Der Kampf um das Dasein.

In allen organischen Wesen liegt das Streben die Bedingungen des Seins, also Raum und Nahrung und die der Fortpflanzung sich zu verschaffen. Das gedeihliche Dasein eines jeden Lebewesens ist aber an ganz bestimmte Bedingungen der Außenwelt geknüpft: an die Beschaffenheit des Bodens, des Wassers, der Luft, der Temperatur und des Klima's überhaupt, an die Nahrungsmittel und die feindliche Stellung anderer Wesen. Jedes Wesen muß gegen alle diese Bedingungen, insofern sie nachtheilig einwirken, sich abwehrend verhalten.

Daher tritt es mit anderen, welche ihm diese Lebensbedingungen streitig machen wollen, sie mögen gleichartig oder verschiedenartig sein, in einen Wettstreit und dieses nennen wir den Kampf um's Dasein; welcher das Aussterben alter und das Aufblühen neuer, kräftigerer und besser ausgestatteter Arten zur Folge hat, wenn auch innerhalb außerordentlich langer Zeiträume.

Bei der Ernährung zeigt sich das Gesetz der Veränderlichkeit, der Anpassung an die Lebensbedingungen; bei der Fortpflanzung das Gesetz der Vererbung, die Erblichkeit. Daher erscheinen im Kampfe um das Dasein die mannigfachen Bildungen und Umbildungen als die Folgen der Wechselbeziehungen von Anpassung und Vererbung. Bei der natürlichen oder freien Züchtung treten nicht andere, wol aber noch mehr erweiterte Umbildungserscheinungen auf als bei der künstlichen oder unfreien, weil dort der Kampf um das Dasein nur den für die jedesmaligen Lebensbedingungen am besten ausgestatteten Wesen die Aussicht auf Dauer gewährt. Dort geschieht die Umbildung zwar viel langsamer als hier, ist aber auch weit beständiger; dort geschieht die Umbildung einzig zum Nutzen der Wesen selbst, hier zum Vortheile nur des Menschen.

Der Trieb zur Selbsterhaltung nöthigt Menschen, Thiere und Pflanzen zu einer fortwährenden Vernichtung fremden Lebens und zur Anwendung von Maßregeln für die Sicherung der Nachkommenschaft. Sind die Samen, Eier und Jungen den Gefahren der Zerstörung sehr ausgesetzt, so wird in der Natur für die Erhaltung dadurch gesorgt, daß deren eine große Anzahl hervorgebracht wird. Selbst noch im Todeskampfe legt, wie ich bei Motten beobachtet habe, das Weibchen seine Eier. Ist ein Zwiebelgewächs durch einen Schnitt verwundet worden, so setzt sich an dieser Stelle eine Menge junger Brut an. Da

wo Wurzeln von Bäumen oder Sträuchern beschädigt oder zu sehr bloßgelegt worden sind, sprossen junge Pflanzen hervor. Ein einziges Auge (von Rosen, Wein u. s. w.) ist, wenn man ihm die nöthigen Lebensbedingungen gewährt, fähig, die Art zu erhalten. Selbst die ganz verkrüppelten Nadelholzbäume am Saume der Polarzone tragen noch vollständige Zapfen mit ausgebildetem Samen.

Die Selbsterhaltung entspringt auch aus dem ungemein großen Verhältnisse, in welchem sich die meisten Wesen vermehren, selbst wenn sie jährlich nur wenige lebensfähige Nachkommen erzeugen. Es fehlen aber auch in der That die Bedingungen zum Bestehen für alle Wesen, welche als Nachkommen entstehen könnten. Manche Pflanzen, wie Mohn, Hirse u. a. bringen so vielen Samen hervor, daß eine einzelne Art bald die ganze Erde bedecken würde, wenn nicht die meisten zugrunde gingen. Ein Mäusepaar kann in einem Sommer bis zu 40 Stück und am Ende des fünften Jahres bis auf mehr als 6 Millionen angewachsen sein. Ein Kabeljau laicht jährlich gegen 9 Millionen Eier und die Menge des Rogens in einem Störe gränzt an das Unglaubliche. Bei den Heuschrecken ist die Vermehrung noch weit größer. Selbst ein Elephantenpaar würde ungeachtet der schwachen Vermehrung bei der etwa 60 Jahre andauernden Fortpflanzungsfähigkeit nach 500 Jahren eine Nachkommenschaft von fast 15 Millionen haben.

Es muß also ein Kampf eintreten auf Leben und Tod entweder zwischen Individuen derselben Art oder zwischen verschiedenen Arten und Gattungen. Haifische, Walfische, Dintenfische, Hechte verzehren kleinere Fische, diese ihrerseits noch kleinere und so geht die Vernichtung und der Mord herab bis zu den Infusorien. — Wenn beim erwachenden Frühlinge das Gewürm aus der Erde kriecht, wird es eine Beute der lustigen kleinen Vögel, welche mit ihrem Gesange die Luft erfüllen; aber hoch oben kreiset der Raubvogel und sucht sich unter ihnen die Beute, aber auch ihn erreicht die tödtliche Kugel des Jägers. Wenn die sanfte Gazelle harmlos weidet, stürzt auf sie der wildlauernde Tiger und zerfleischt sie; aber auf sein Fell ist der schlauere Mensch lüstern und erlegt ihn. —. In der warmen Frühlingssonne keimen dichtgedrängt die Saamenkörner, alle aber können auf dem beschränkten Raume nicht gedeihen; die kräftigeren entziehen den Nachbarn die Nahrung und vernichten sie. Kaum aber haben sie ihre Wurzeln tiefer in die nährende Muttererde getrieben, so kommt nagendes Gewürm und zerstört sie; der gefräßige Maulwurf übt indeß das Vergeltungsrecht aus; doch siehe, da schleicht bedächtigen Schrittes ein hochbeiniger Storch

einher und erschnappt sich mit seinem langen Schnabel den Maulwurf zur willkommenen Mahlzeit.

Aber nicht blos das Wiesel, der Marder, Fuchs und Löwe ist schlau, um auf Mord und Verderben zu sinnen; am schlauesten ist „das Ebenbild Gottes", der vernunftbegabte Mensch, der zu massenhafter Ermordung sogar seiner Mitbrüder die geeignetsten Werkzeuge scharfsinnig erfindet. Das Thier wendet doch nur seine natürlichen Waffen an und seltener gegen Seinesgleichen (daß das Schwein seine Jungen frißt, kommt wol vor); der Mensch aber setzt mit seiner Denkkraft künstliche Mittel zusammen und trägt bei ihrer unnatürlichen Anwendung eine kostspielige, oft wunderlich buntfarbige Kleidung, die ihn von anderen Menschen unterscheiden soll. In diesem heillosen Kampfe um das Dasein werden nicht etwa Schwächlinge („skrophulöses Gesindel") vernichtet, sondern grade ausgesucht kräftige und gesunde Menschen. — Das ist allerdings ein schauerlicher Kampf um das Dasein, bei welchem die heuchlerisch gepredigte Nächstenliebe ganz verleugnet wird.

Man kann aber nicht sagen, daß die Erde einer Uebervölkerung schon nahe ist, denn es kämen bei gleicher Vertheilung des bewohnbaren Landes auf jeden von den etwa 1200 Millionen Menschen immer noch 32 Morgen. Natürliche und unnatürliche Krankheiten und Seuchen beugen auch schon einer allzugroßen Zunahme vor.

Thiere und Pflanzen führen aber auch außerdem noch einen Kampf gegen die **äußeren** Lebensbedingungen, wie Bodenbeschaffenheit, bedeutende Kälte, andauernde Trockenheit und Nässe, epidemische Krankheiten, von denen manche ihren Grund in Parasiten u. s. w. haben. Auch das äußerst Kleine führt wegen seiner ungeheuren Anzahl gegen das Große oft einen siegreichen Kampf.

Der Zusammenhang in dem Vertilgungskampfe ist nicht selten ein ziemlich verwickelter und dunkler, aber ein sehr sicherer. Die Anwesenheit z. B. von Katzen, Füchsen und gewissen Raubvögeln läßt sich in Verbindung bringen mit der Ausdehnung des Kleebaues. Es wird nämlich die Befruchtung von weißem Klee vorzüglich durch Bienen, von rothem durch Hummeln vermittelt. Manche kleine Vögel verzehren die Bienen und die Hummelnester werden vorzüglich durch Feldmäuse zerstört. Werden nun die kleinen Vögel durch Raubvögel, die Mäuse durch Katzen und Füchse weggefangen, so vermehren sich die Bienen und Hummeln und tragen so zur Befruchtung der Pflanzen bei.

In jeder mit organisirten Wesen gut besetzten Gegend von größerer Ausdehnung müssen mehr verschiedenartige und auf einer höher

entwickelten Bildungsstufe stehende Lebensformen vorhanden sein, als in einer dürftig ausgestatteten, weil dort der Kampf um das Dasein bei der Mannigfaltigkeit der Wesen ein lebhafterer gewesen ist und die minder vollkommenen vertilgt hat.

Es ist also der Kampf um das Dasein, abgesehen von dem vernunftbegabten Menschen, unter denen oft ein kleines Häuflein mit Gewaltmaßregeln einer gesunden und naturgemäßen Entwickelung der großen Menge hindernd entgegentritt, im Großen und Ganzen ein vorzügliches Mittel, die organisirten Wesen zu immer höheren Stufen der Vollkommenheit zu führen.

Ergebnisse einer fortwährenden Steigerung der Verschiedenheiten.

Es ist eine Thatsache, daß die organischen Reste dicht aufeinander folgender geologischer Bildungen einander näher stehen, und ähnlicher sind, als die weit voneinander entfernter und daß die Reste mittlerer Bildungen ihrem Charakter nach auch die Mitte halten. — Weil nun die Bewohner aus späteren Zeiträumen im Kampfe um das Dasein als die Sieger anzusehen sind, so stehen sie imallgemeinen auf einer höheren Stufe der Organisation und erreichen auch noch durch natürliche Zuchtwahl unter Einwirkung des Abänderungsgesetzes eine immer größer werdende Vollkommenheit. Um aber ein vollständiges System zu erhalten, muß nachgewiesen werden, auf welche Weise die organischen Wesen im Laufe äußerst langer Zeiträume so abgeändert worden sind, daß die jetzt vorhandenen nicht nur in ihrem ganzen Baue und den einzelnen Organen einen so hohen Grad von Vollkommenheit und so wunderbare Verschiedenheiten zeigen, sondern auch für ihre jedesmaligen Lebensverhältnisse vorzüglich geeignet erscheinen.

Wir wissen, daß sowohl bei der künstlichen, als auch bei der natürlichen Zuchtwahl sich allmählig Abänderungen als Spielarten oder Varietäten bilden. Wenn diese Abänderungen bleibend erblich geworden sind, so haben wir neue Rassen erzielt. Wenn sich in den Rassen die Abänderungen steigern und die Mittelglieder wegen geringerer Lebensfähigkeit und Kraft im Kampfe um das Dasein verschwunden sind, so haben dann die Rassen einen bleibenden und so verschiedenartigen Charakter untereinander angenommen, daß wir sie als besondere Arten unterscheiden.

Diejenigen Formen sind als Arten zu betrachten, welche in Merk-

malen voneinander abweichen, die nie auf einem und demselben Einzelnwesen wechseln und auch nie durch Zwischenstufen zusammenhängen. Vorhandene Zwischenstufen erhöhen die Zweifel über die Gränzen der Arten. Die nicht selten hervortretende Schwierigkeit, Arten und Spielarten voneinander zu unterscheiden, liegt also in den Erfolgen einer fortwährenden Neugestaltung unter einer gleichzeitigen Ausscheidung alles Lebensunfähigen und Schwachen.

Die kultivirten Rassen von einer und derselben Art weichen, wenn auch meist nur in einem geringeren Grade doch in ähnlicher Weise voneinander ab, wie die einander nahe verwandten und im Naturzustande entstandenen Arten derselben Gattungen.

Veränderte Lebensbedingungen, neue klimatische Verhältnisse, Gebrauch und Nichtgebrauch einzelner Körpertheile und Organe, andere Bodengestaltung, andere Nahrungsmittel, geschlechtliche Auswahl, der Kampf um das Dasein verändern nun weiter nicht blos einzelne Organe, sondern selbst ganze Geschöpfe. Dabei haben bekanntlich nicht alle Wesen eine gleiche Widerstandskraft gegen alle diese Einflüsse, sondern viele gehen unter und die Sieger bilden neue Stammformen, wobei die ihnen vortheilhaft gewesenen Eigenthümlichkeiten sich befestigen und weiter ausbilden.

Wir werden daher auch Arten nicht als unveränderliche Erzeugnisse, welche etwa jede für sich erschaffen sein sollten, anzusehen haben, sondern müssen sie gewissermaßen als die zu einer Gattung gehörigen Varietäten betrachten und so auch weiter die Gattungen als verschiedene Glieder einer Familie ableiten.

Es ist höchst bemerkenswerth, daß Professor Nawratil in Salzburg fortpflanzungsfähige Bastarde aus dem Salbling und der Seeforelle gezüchtet und so nicht etwa blos einen Blendling, sondern eine wirklich neue fortpflanzungsfähige und kräftige Art gewonnen hat.

Ist in irgend einem Bezirke die Artenbildung eine lebhafte gewesen, so finden sich dort auch mehr Varietäten, als in einem anderen von größerer Einförmigkeit. Wenn das obige Ergebniß durch künstliche Züchtung in ganz kurzer Zeit erzielt worden ist, warum soll die freie Natur nicht noch weit größere Erfolge durch Steigerung anfänglich kleinerer Verschiedenheiten erreichen, wenn auch in einer außerordentlich langen Zeit. Den höchst langsamen geologischen Entwickelungen entspricht, namentlich bei unvollkommenen Organismen, ein ebenso langsamer Fortschritt in der Bildung der Arten, Geschlechter (Gattungen), Familien,

Ordnungen und Klassen der organischen Welt aus einem ganz einfachen Ursprunge.

Jetzt ist es Sache der Naturbeschreibung, alle organischen Geschöpfe in eine geordnete und mit einander untergeordneten Abtheilungen versehene Uebersicht nach ihrer inneren Verwandtschaft zu bringen und dabei die äußeren und inneren Gestaltungen zu benutzen, um auch so den allmähligen Verwandlungen der Organismen vom Einfachen zum Zusammengesetzten mehr und mehr auf die Spur zu kommen. Wie zusammengesetzt aber auch die dabei maßgebenden Umstände für den ersten Augenblick erscheinen, so natürlich einfach sind sie doch in ihrem Wesen.

Wenn u. a. Abkömmlinge von ihren Eltern abweichen, so können sich die neuen Eigenthümlichkeiten durch Vererbung beim Zusammensein großer Schaaren auf demselben Verbreitungsgebiete wol fortpflanzen; aber weil hier die Kreuzung mit reinen Individuen sehr leicht ist, so gehören dazu sehr lange Zeiten. Viel rascher tritt die Erhaltung einer neuen Eigenthümlichkeit ein, wenn die Kreuzung mit anders abweichenden Individuen verhindert wird. Während die fortgesetzte Kreuzung innerhalb vieler zusammenlebender Wesen derselben Art zur Erhaltung dieser Art dient, bewirkt die Absonderung neue Rassen und Arten.

Vorzüglich zeigen abgesonderte Inseln ihre Eigenthümlichkeiten. Die Gallapagosinseln z. B. enthalten unter 26 Landvögelarten 25 nur ihnen angehörige, 14 Landmuscheln von 16, 7 Seemuscheln von 9; die Insekten sind ihnen bis auf 3, aber die Schildkröten und Ottern ohne alle Ausnahme eigenthümlich. Insekten konnten sich nur erhalten, wenn sie entweder gar keine Flugwerkzeuge (im Innern von Madeira) oder so kräftige besaßen, daß sie den Stürmen hinreichenden Widerstand leisten konnten. Das Krokodil ist auf den Nil, verschiedene Alligatoren auch den verschiedenen Flüssen in Amerika angewiesen; ebenso haben der Ganges und Niger ihre besondere Arten. Selbst hohe und isolirte Berge (die Andesitkegel in Quito) haben ihre eigenthümliche Thier- und Pflanzenwelt. Thiere ohne Wandertrieb und in natürlicher Absonderung verändern sich daher auch in sehr langen Zeiten gar nicht. — Reißende Flüsse und hohe Gebirgszüge, selbst mit gleichem Klima auf den beiden Seiten, vorzüglich aber Meere, trennen die Arten, nicht aber die Gattungen, besonders schwerfälliger Thiere (nicht der Vögel, Fledermäuse, Schmetterlinge). Also der Wandertrieb und der Wanderzwang beschleunigte die Umwandlung der Arten.

Die abgeänderten Nachkommen einer jeden Art vermehren sich um so rascher, je mehr sie in Lebensweise und Körperbildung voneinander abweichen, je verschiedenartiger und mannigfaltiger die Stellen im Naturhaushalte sind, welche einzunehmen sie die Fähigkeit haben. Die voneinander abweichenden Formen werden am ehesten und längsten erhalten und die Zwischenformen gehen eher zugrunde.

Der Umstand, daß es in jeder Gegend, wo viele Arten einer Gattung entstanden sind und darin gedeihen, auch viele Varietäten gibt, ist ein deutliches Zeichen davon, daß die Arten früher nur Varietäten gewesen sind, von denen sich nur diejenigen erhalten haben, welche im Kampfe um das Dasein die vorzüglichsten Lebensbedingungen besaßen. Die Arten großer Gattungen unterscheiden sich voneinander weniger, als die kleiner Gattungen; jene haben also mehr den Charakter der Varietäten, als diese.

Nur wenn man die Natur in ihrer unabläſſigen und geräuschlosen Wirksamkeit mit einem aufmerksamen Blicke emsig belauscht, wird man befähigt, die rechten Folgerungen zu ziehen und das ewig Gesetzmäßige in ihr aufzufinden.

Die Entstehung neuer Arten ist also nach allen bisher angeführten Umständen weder etwas Zufälliges, noch ein Wunder, sondern eine erkannte Naturerscheinung. Der Gang der Entwickelung war sehr einfach: eine Art gab zuerst eine oder mehre Varietäten, diese verwandelten sich langsam in Arten; letztere brachten wieder neue Formen mit noch größeren Abweichungen von den Urformen hervor, als sie die früheren zeigten und so steigerten fernere Abweichungen sich immer mehr, so daß, wenn die Zwischenformen zugrunde gingen, die Spuren der Abstammung von den Urzeugern kaum oder in manchen Fällen gar nicht mehr aufzufinden sind. Die Zeit, welche durch einzelne geologische Perioden angegeben wird, ist viel zu eng bemessen, um die ganze Reihe von Veränderungen von der Entstehung der ersten Organismen bis zu den heutigen Lebensformen annähernd angeben zu können. Wie also die Abkühlung der Erde bis zu der jetzigen Temperatur einen Zeitraum von fast unfaßbarer Ausdehnung inanspruch genommen hat, so sind auch die Abänderungen und Steigerungen in der organischen Welt äußerst langsam bis zu dem heutigen Grade vorgeschritten und tragen, obwohl sie in einem großartigen Maßstabe nicht mehr vorkommen, doch jetzt noch zur Entwickelung der Nutzbarkeit, Mannigfaltigkeit und Schönheit in der Natur bei, wie wir es täglich noch an unseren Kulturpflanzen und Hausthieren deutlich erkennen.

Nach allen bisherigen Betrachtungen können wir uns also der Ueberzeugung nicht verschließen, daß mit der vorschreitenden Entwickelung der Erde die Organismen, beginnend von den unscheinbarsten Anfängen, sich in dem Kampfe um das Dasein unter der natürlichen Zuchtwahl, dem Einflusse des Klima's, der Bodenbeschaffenheit, der Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen, so wie unter dem Gesetze der Vererbung sich zu immer mächtigeren und zusammengesetzteren Lebensformen in außerordentlich langen Zeiträumen herangebildet haben.

Aber wenn wir auch imallgemeinen einen fortwährenden Fortschritt zu höheren Organisationsstufen anerkennen müssen, so fehlt es doch auch nicht an Rückschritten, welche unter der zunehmenden Abkühlung der Erde und der Läuterung ihrer Atmosphäre auf eine Abnahme der Zeugungskraft der Erde wenigstens in einzelnen Zonen schließen lassen.

Selbst ein theilweises Stehenbleiben ist zu erkennen, denn die Thiere, welche man jetzt noch auf dem Meeresboden findet,*) sind nicht selten die letzten Reste einst mächtig entwickelt gewesener Familien, namentlich aus der Kreidezeit und selbst jetzt noch bilden sich kreideartige Schlammablagerungen mit dergleichen Thierresten. Der Nautilus ist der letzte Sprößling der Ammoniten, wozu die mikroskopischen Foraminiferen der Sekundärzeit den Stamm abgaben.

Die Thierwelt war früher durch riesigere Gestalten in größerer Anzahl vertreten, als sie mit wenigen Ausnahmen jetzt vorkommen. Aus dem kleinen Faulthiere schwoll in der Tertiärperiode nach und nach an das riesige Megatherium, aus dem kleinen Beutelthiere der australischen Inseln erwuchs das kolossale Notherium und Diprotodon des Kontinents und als dieser wieder kleiner wurde, blieb nur noch das Opossum und Kängeruh übrig.

Die Kalamiten, welche in der Kohlenzeit so bedeutende Größenverhältnisse erlangten, werden jetzt nur durch die Schaft- und Schachtelhalme vertreten und hatten eine größere Abwechselung in den Gestalten so wie den Organen des Wachsthums. Imallgemeinen sind aber die jetzigen Lebensformen viel vollkommener, als in den früheren geologischen Perioden.

Wie für ein Einzelnwesen die Vertheilung verschiedener Verrich-

*) Lebende Thiere hat man bei Spitzbergen aus einer Tiefe von 6000 Fuß im Atlantischen Ozeane aus 15000, im Mittelmeere aus 15500 Fuß Tiefe heraufgebracht.

tungen an einzelne Organe von um so größeren Vortheile ist, je vielseitiger das Einzelnwesen organisirt ist; so ist auch in der ganzen Natur die Vielseitigkeit (Differenzürung) der Stoffe und der organischen Wesen eine vorzügliche Bedingung für das Bestehen und Gedeihen der Gesammtheit.

Zwecktheorie.

Es ist hier wol der Ort in Betreff der so oft von Theologen und Philosophen behaupteten und verworfenen Zwecktheorie (Teleologie) einige Worte zu sagen.

Wenn Manche in den Naturgebilden und in den Zuständen durchweg den Ausdruck des Zweckmäßigen und Vernünftigen zu erkennen und in den Ereignissen eine allweise Leitung durch eine das ganze Weltall selbstbewußt regierende Hand zu erblicken meinen; so werden sie inbetreff des ersten Punktes durch außerordentlich viele Thatsachen widerlegt und die zweite Annahme würde uns diese Hand leider oft als eine sehr ungerechte erkennen lassen.

Von dem allein maßgebenden, auf Thatsachen gestützten naturwissenschaftlichen Standpunkte aus muß man die Ansicht, daß alle Wesen nach einem vorher unabänderlich bestimmten Plane und bewußten Zwecke geschaffen seien und daß Alles in der Natur vollkommen zweckmäßig und tadelfrei sei, durchaus verwerfen. Wir müssen vielmehr den Satz aufstellen: Es ist nichts vorhanden, was nicht da sein muß und da sein kann, wenn es uns auch unzweckmäßig erscheint.

Sehen wir nicht so häufig Mißbildungen, welche dem betreffenden Einzelnwesen nur höchst nachtheilig sind? Wenn die flächenförmig gestalteten Schollen (Pleinoreetes) die Augen nur auf der einen Seite, die Hummerfische sie an den beiden Enden des langen zylinderförmigen und lothrecht auf dem Körper stehenden Kopfes haben; wenn bei uns Menschen selbst der Speisekanal so nahe der Luftröhre mündet, daß leicht Erstickung eintritt, falls diese nicht rechtzeitig von dem Deckel geschlossen wird; wenn wir sehen, daß der Stachel mit einem Widerhaken für die Biene todtbringend ist, falls sie durch Stechen sich des Feindes erwehrt; wenn Pflanzenfresser an Giftpflanzen eine Todesnahrung genießen; wenn die Vermehrung der schädlichen Heuschrecken und der quälenden Wanzen in's Unglaubliche geht; wenn die Eiche von mehr als 180 verschiedenartigen Insekten zu leiden hat, wenn noch unzählige andere

Einrichtungen hervortreten, welche weder für die einzelnen Geschöpfe, noch für die Gesammtheit einen Vortheil darbieten: so sollte man wol von dem Gedanken abkommen, daß Alles in der Natur gut und noch vielmehr davon, daß Alles nur wegen des Menschen und zum Besten des Menschen allein durch eine willkührlich schaffende Macht hingezaubert sei. Man müßte, wenn man es annehmen wollte, an der Allweisheit eines solchen Schaffers oder Schöpfers in der That verzweifeln.

Aber die Naturkräfte wirken dessen ungeachtet nicht zufällig oder zwecklos, sondern gesetzlich und sie gestalten ohne besondere Eingriffe die Lebensformen so, daß sie für irgend einen bestimmten Lebenszweck möglichst geeignet seien, aber ohne sich darum zu bekümmern, ob die Gestaltung und Umwandlung grade den Bedürfnissen des Menschen entspricht; sie geschieht in der Regel blos zum Nutzen des Wesens, welches sie in den verwickelten Verhältnissen, namentlich im Kampfe um das Dasein, während sehr langer geologischer Perioden erfährt.

Wenn die für uns gefährliche Klapperschlange die Glieder ihrer Klapper nicht mehr bewegen könnte, so würde ihr Geschlecht bald aussterben, weil ihr das Lockzeichen zur Paarung fehlen würde. Sie hat also die Klapper nur zu ihrem eigenen Vortheile.

Es ist nicht ein vorher bestimmter Zweck, auf welchen sich etwa die Naturthätigkeit richtet, wie etwa der Uhrmacher verfährt, wenn er ein Uhrwerk zusammensetzen will. Unser Auge hat nicht die vorzügliche Einrichtung, damit wir sehen, sondern weil es angemessen gebaut ist, so sehen wir durch es. Der Wolf hat nicht ein so scharfes Gebiß, damit er die Schafe zerreiße, sondern weil er dieses Gebiß hat, so kann er sie damit zerreißen. Der jetzige Laubfrosch ist nicht grün geschaffen, damit er sich im grünen Laube verbergen kann, sondern alle anders gefärbten Laubfrösche sind den Verfolgungen der Feinde nicht so leicht entgangen, als eine grünliche Spielart, die sich einer um so längeren Dauer erfreuen konnte, je grüner die Farbe wurde. — Die Polarthiere sind nach und nach weiß geworden, weil nur so behaarte oder befiederte Thiere auf den Schnee- und Eisfeldern mit Erfolg auf Beute lauern oder sich der Gefahr entziehen konnten u. s. w.

In der Natur erkennen wir das freie Vermögen, alle Wesen den natürlichen Lebensbedingungen am besten anzupassen. Was der Mensch sich von der Natur auf bewußte Weise zu seinem Vortheile erzwingt, ist für das betreffende Geschöpf oft durchaus nicht zum Vortheile. Man denke z. B. an ein unbeholfenes unglückliches Mastschwein, an die Gänse mit ihren ungeheuren großen Lebern. Aber die Natur wird in

ihrer Freiheit nie oder doch nur dann, wenn sie in ihrer gesetzmäßigen Entwickelung gestört wird (wie bei pflanzlichen und thierischen Mißgeburten) etwas hervorbringen, was ihr selbst zum Nachtheile gereichte; sie wirkt für sich zweckmäßig und nur zum Nutzen des Wesens, welches sie pflegt und im Verlaufe langer Zeiträume in stets günstigere Lebensbedingungen versetzt, ohne ein selbstbewußtes Ziel zu verfolgen.

Bei dem Streite um den Zweck in der Natur handelt es sich eigentlich nur darum, ob wir bei allen Umwandelungen ein selbstbewußtes vorgestecktes Endziel annehmen dürfen oder nicht. Es ist allerdings unleugbar, daß die natürliche Züchtung fortwährend auf der ganzen Erde thätig ist, um jede kleine Abänderung ausfindig zu machen, sie zu verwerfen, wenn sie schlecht, zu erhalten und zu verbessern, wenn sie gut ist. Aber es würde allzu gewagt sein, wenn wir in dieser unbewußt zweckmäßigen Steigerung durch Anpassung und Vererbung einen selbstbewußten Zweck erkennen wollten. Nur was bestehen kann, bleibt bestehen, mag es nun zweckmäßig oder unzweckmäßig sein. Daher gibt es auch jetzt noch viele sehr unvollkommene Organismen.

Nicht blos in der physischen, sondern auch in der geistigen Welt sind die vorhandenen Zustände der Art, daß sie auf den Ausfluß einer einzigen vernünftigen Leitung nicht schließen lassen. Sind denn wirklich die sehr wohlfeilen Tröstungen des Absolutismus in Kirche und Staat mit den Verheißungen jener Welt als Entschädigung für die hier erlittenen Entbehrungen und Unbilden wol geeignet, die Uebergriffe der Ungerechtigkeit mit einem außerhalb der Menschheit liegenden, absolut gerechten Willen in harmonischen Einklang zu bringen? Nimmermehr! Nicht blos Jean Paul in seiner Levana scheint sich von den „Verheißungen jener Welt“ für die armen Schulmeister wenig zu versprechen, sondern jeder Aufgeklärte wird die für eine kindliche Leichtgläubigkeit berechneten und alles menschenwürdige Selbstgefühl ertödtenden sophistischen Tröstungen lieber durch eine durchgreifende Gerechtigkeit in allen menschlichen Einrichtungen wollen ersetzt wissen, um die Menschheit ihrem erhabenden Ziele immer näher und näher zu führen. Gerechtigkeit, Wahrheit, Nächstenliebe, überhaupt wahre Tugend, müssen aus reineren Beweggründen entspringen, als aus der Hoffnung auf einen in jener Welt zu erwartenden Lohn. Die Abschreckungstheorie mit der „Hölle“ ist ebenso verwerflich. Das Gute ist sich selbst Zweck.

Der Instinkt.

Wir können im thierischen Körper wesentlich vier Thätigkeiten unterscheiden:

1. die Ernährung oder die Verarbeitung des aufgenommenen Nahrungsstoffes, welche ebenso unwillkührlich vorsichgeht, wie im Pflanzenkörper, also eine vegetative Thätigkeit ist;

2. die Bewegung vermittelst der Muskeln, welche den festeren Bestandtheilen des Körpers die Richtung anweisen;

3. die Nerventhätigkeit, durch welche die äußeren Eindrücke theils dem Gehirne zugeführt, theils von da aus nach den Muskeln zurückgeleitet werden;

4. die Thätigkeit der Seele, deren Organ das Gehirn, vielleicht auch zum Theil das Rückenmark ist. Die Zustände der Außenwelt werden vermittelst der Nerven der Sinnesorgane auf rein mechanische Weise zum Gehirne fortgepflanzt, gelangen auf eine allerdings noch nicht genügend erklärte Weise zum Bewußtsein, erregen auf eine uns unbekannte Weise Empfindungen und aus diesen Vorstellungen und Willenskräfte, welche durch die Nerven den Muskeln die Befehle zur Ausführung der im Gehirne gefaßten Beschlüsse ertheilen. Nerven telegraphiren also die Zustände der Außenwelt nach der Zentralstation des Gehirns und von da aus auch rückwärts an die Muskeln, indem sie ihnen Befehle ertheilen zur Verrichtung gewisser Arbeiten. Es ist unstatthaft eine besondere Lebenskraft anzunehmen, welche beliebig in und außer Thätigkeit gesetzt werden könnte und völlig unabhängig wäre von den allgemein giltigen Naturgesetzen. Auch die Nerven- und Gehirnthätigkeit folgt dem strengen, ja unerbittlichen Gesetze und sie versagt unbarmherzig ihre Dienste, wenn die Wirksamkeit dieser Naturgesetze unterbrochen wird.

Nicht nur die Muskeln ermüden durch anhaltenden Gebrauch, sondern auch das Gehirn vermittelst der Seelenthätigkeit. Um es zu neuem Gebrauche fähig zu machen, bedarf es der Ruhe und der Nahrung. Wie wenig aber die Art und Beschaffenheit der Nahrungsmittel für den ganzen Körper überhaupt gleichgiltig ist, ebensowenig für den Geist, denn sie können seine Thätigkeit erhöhen oder herabdrücken und vorübergehend oder sogar ganz unterdrücken, wie z. B. durch den Genuß von Alkohol. Es unterliegt also wol keinem Zweifel, daß die Seelenthätigkeit von dem Zustande, der Beschaffenheit und Menge

der Gehirnsubstanz und diese von den genossenen Nahrungsstoffen abhängig ist.

Auch auf dem Gebiete des Seelenlebens bemerken wir in der ganzen Thierwelt einen entschiedenen Fortschritt zu immer höheren Stufen und die unzweifelhaften Folgen des Gebrauchs und Nichtgebrauches.

Die einfachen Seelenthätigkeiten bei Thieren beschränken sich auf das Aufsuchen und Genießen der für sie geeigneten Nahrungsmittel, auf das Bestreben sich vor nachtheiligen Einflüssen gegen Feinde irgend einer Art zu schützen, ja selbst angriffsweise dabei zu verfahren und auf die lebhafte Neigung zur Erhaltung ihrer Gattung, sowie zum Schutze der Brut.

Wenn eine Handlung, zu deren Vollziehung selbst von unserer Seite eine gewisse Erfahrung vorausgesetzt wird, von einem selbst ganz jungen Thiere, ja von einer ganzen Schaar derselben Klasse genau in derselben Weise, ohne alle Erfahrung, ohne Anleitung und ohne sich des Zweckes bewußt zu werden, ausgeübt wird; so pflegt man die Neigung zu einer solchen Handlung Instinkt zu nennen.

Die Instinkte können also unmöglich blos durch Angewöhnung und einen Nachahmungstrieb der jungen Thiere erworben sein; sie sind vielmehr wesentlich ererbt. Verwandte Arten haben sogar in ganz verschiedenen Gegenden und selbst unter anderen Lebensbedingungen doch dieselben Instinkte nach dem Erblichkeitsprinzipe angenommen. Anpassung an Lebensbedingungen, Arbeitstheilung des zentralen Nervensystems und Vererbung während einer langen Reihe von Geschlechtern brachten durch Gewohnheit befestigte Eigenthümlichkeiten hervor.

Wird z. B. eine Rindviehheerde in eine Gegend mit anderer Vegetation versetzt, so kommt es vor, daß manche Thiere schädliche Pflanzen genießen und sterben, daß aber die anderen sie meiden und eine Nachkommenschaft haben, welche dasselbe thut.

Nicht blos die europäische, sondern auch die südamerikanische Drossel kleidet ihr Nest mit Schlamm aus; wie in Europa so baut sich auch in Amerika das Männchen des Zaunkönigs ein eigenes Nest; wie in Afrika so mauert auch in Ostindien das Männchen des Nashornvogels das brütende Weibchen so ein, daß nur noch ein kleines Loch übrig bleibt, durch welches es ihm und später auch den Jungen das Futter reicht.

Wie aber im Körperbaue durch Gebrauch viele Abänderungen veranlaßt worden sind, so sind auch bei dem Instinkte durch Veränderung der Lebensbedingungen kleine nützliche Veränderungen nachweisbar. Daher wird auch hier die natürliche Zucht wol kleine Vortheile langsam

und stufenweise bis zu einem hohen Grade der Vollkommenheit anhäufen. Daß Instinkte in der That veränderlich sind, zeigt sich u. a. in der Bauart der Nester mancher Vögel, welche je nach den gewählten Stellen oder den Natur- und Wärmeverhältnissen darin Abänderungen vornehmen oder ferner an dem Wanderinstinkte, welchen sie bisweilen einschränken oder ganz aufgeben.*) Wir können die Spuren der Anhäufung nützlicher Abänderung der instinktmäßig vorgenommenen Verrichtungen bei einer Thierart allerdings jetzt nur noch in der Seitenlinie derselben erkennen.

Unter der Bienengattung sind die Hummeln am wenigsten geschickt, denn sie legen zur Aufnahme des Honigs und der Kokons nur sehr unregelmäßig abgerundete und schlecht verbundene Zellen an.

Größere Fortschritte hat die mexikanische Biene (Milipona domestica) gemacht, welche zylindrische Zellen für die Jungen und engere fast kugelförmige zum Honige zu einer unregelmäßigen Masse zusammenfügt, wobei jede Zelle von der benachbarten durch eine völlig ebene Wachswand getrennt ist.

Da die Bienen zu dem Absonderungsprozesse des Wachses sehr viel Honig genießen (12 bis 15 Pfunde trockenen Zucker zu einem Pfunde Wachs) und dabei lange zuhause bleiben müssen, so werden sicher diejenigen Jungen am besten gedeihen, welche die sparsamsten Wachszellen zu bauen vermögen. In dieser Beziehung hat unsere Honigbiene den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht, indem sie ihre Waben aus regelmäßig sechsseitigen, im Inneren abgerundeten Zellen in zwei Schichten mit einem gemeinschaftlichen Boden baut, mit einer Ersparniß an Wachs, welche aus mathematischen Gründen nicht größer sein kann.

Die natürliche Zuchtwahl hat hierbei die Bienen geleitet allmählig eine Menge kleinerer Abänderungen vorzunehmen, um dadurch bei möglichst weniger Arbeit und möglichster Ersparniß an Baumateriale doch hinreichend feste Zellen für die Brut und Nahrung zustande zu bringen, wobei diejenigen Bienenvölker, welche dieses am ehesten vermochten, in dem Kampfe um das Dasein endlich den Sieg errangen.

Höchst merkwürdig sind die geschlechtlosen Mitglieder (unfruchtbaren Weibchen) einer Insektenkolonie, da sie von den Männchen und den fruchtbaren Weibchen im Baue und Instinkte oft sehr abweichen. Sind unter gesellig lebenden Insekten, wie es häufig auch bei anderen geschieht,

*) Auf den breslauer Wallgräben blieb einmal sogar ein Taucher, welcher sich unter die halbzahmen und zahmen anderen Vögel gemischt hatte, im Herbste zurück.

einzelne unfruchtbare Thiere vorgekommen, welche zur Arbeit geschickt waren; so waren sie besonders die Ursache, daß eine solche Gesellschaft lebensfähig und ausdauernd wurde und daß sich die Fähigkeit, solche geschlechtlose Nachkommenschaft zu erzeugen, mit wachsendem Erfolge vererbte*) — Das Auffallendste aber ist, daß namentlich bei den geschlechtlosen Ameisen auch der ganze Körperbau (die Form des Brustkastens, der Mangel der Flügel, bisweilen selbst der Augen) nicht nur von dem der Männchen und Weibchen abweicht, sondern auch selbst in derselben Kolonie so verschieden ist, wie bei zwei Arten einer Gattung oder zwei Gattungen einer Familie.

Solche Abweichungen sind in der Natur nicht selten. Unter den Pflanzen z. B. bringen die Levkoyen bei sorgfältiger Zuchtwahl neben einigen fruchtbaren Sämlingen eine Menge unfruchtbarer oder gefüllter hervor, welche selbst wieder Farbenabweichungen darbieten.

Dem Zustande der thierischen Seele kann also durch Angewöhnung und dann durch Vererbung eine gewisse bleibende Richtung gegeben werden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich Gewohnheiten, Tugenden wie Untugenden, so wie physische Anlagen vererben. Wie bei den bauchaufschlitzenden Japanesen die Gleichgiltigkeit gegen das Leben eine psychologische Rasseneigenthümlichkeit geworden ist, so haben sich in gleicher Weise die faulenzenden und herrschsüchtigen Sklavenhalter unter den Termiten und Menschen gezüchtet. Diesen Einfluß der Gewöhnung sehen wir u. a. auch recht deutlich an dem Hunde: der ächte Hund vom St. Bernhard, der Jagdhund, Vorstehhund, Schäferhund u. s. w. darf zu seinen Verrichtungen nicht erst besonders abgerichtet werden. Selbst bei Kreuzung von Hunderassen zeigen sich die Spuren des angeerbten Instinktes beider Eltern noch auf lange Zeit nach verschiedenen Richtungen hin.

Auch die Gemüthsart der Thiere einer Art ist, selbst wenn sie auch nur in der freien Natur leben, sehr verschieden und erblich. Wenn Thiere jetzt Furcht vor irgend einem Feinde zeigen, wenn grade diese ihn vorher noch niemals gesehen haben, so ist sie ihnen als Instinkt vererbt; denn wenn Thiere im Naturzustande noch niemals z. B. Menschen gesehen haben, so zeigen sie vor ihnen so wenig Furcht, daß

*) Diese Geschöpfe sind unfreiwillige Cölibateurs, während es unter den Menschen naturwidrig freiwillige gibt; jene sind absolut unfruchtbar, diese nicht selten vollkommen fruchtbar; jene sind sehr fleißige Produzenten, diese meist fleißige Consumenten; jene sind die selbstständig Freien in ihrer wohlgeordneten Republik, diese die Parasyten der Menschheit.

man sich mitten unter ihre Schaaren begeben kann. Instinktive Furcht vor Feinden zeigt sich aber schon bei Thieren auf niederen Stufen. Interessant ist es zu sehen, wie sich manche Käferarten einige Zeit todt stellen, wenn sie eine Gefahr nahe glauben; denn sie ziehen die Füße zusammen und bleiben einige Zeit regungslos liegen. Man erkennt bei ihnen also eine deutliche Verbindung zwischen ihrem Verhalten und den sie umgebenden äußeren Umständen, also eine Gehirnthätigkeit. Die so sehr geschickte Biene hat ein verhältnißmäßig umfangreiches Gehirn.

Die Menschen sind von selbst schon mit der Furcht geboren, da von ihnen Auserlesene unter den friedlichen Bürgern mit Mordwaffen an ihrer Seite einhergehen. Dem Kinde sogar wird ja schon „Furcht vor Gott" eingeprägt. Nebenbei soll freilich auch die Liebe eine Rolle spielen. Ein solches Vorgehen in der Erziehung des Menschen mag in den Augen Mancher wol seine Berechtigung haben, denn analog leckt ja der gezüchtigte Hund dem Herrn die Hand; vernunftgemäß aber ist es nicht.

Bei Thieren im gezähmten Zustande zeigen sich natürliche Instinkte nur noch in einzelnen Richtungen und zeitweise, oder gehen ganz verloren, oder werden auch verändert und neue treten an ihre Stelle und vererben sich. Die Nachkommen von Ziehochsen und Ziehhunden ziehen lieber als andere. In der letzten Beziehung können wir von unserem Hunde sagen, daß seine Liebe zum Menschen instinktartig geworden ist. Uebrigens müßte man Thiere niemals genauer beobachtet haben, wenn man nicht die oft hoch entwickelten, nicht etwa blos seelischen, sondern wirklichen Verstandesgaben und die Erreichung einer bei fleißigem Umgange mit Menschen oft erstaunlichen Höhe derselben bewundern wollte. Thiere besitzen Unterscheidungsvermögen, Gedächtniß, Beobachtungsgabe, verbinden Wort und Begriff, machen einfache Schlüsse, denken nach und folgern, zeigen ebensosehr Haß, wie Zuneigung, je nach den Umständen, und wählen unter verschiedenen Mitteln die ambesten zum Zwecke führenden. Man beobachte nur einen nestbauenden Vogel und man wird mit Verwunderung sehen, wie er unter den Baustoffen wählt und verwirft, bis er den zweckmäßigsten gefunden hat, und wie er diesen mit Ueberlegung verwendet. Thiere sind für Erfahrungen oft empfänglicher, als manche Menschen, sie erinnern sich lange der erlittenen Unbilden oder der empfangenen Wohlthaten. Bei dem Affen muß man die Ueberlegung während seiner Verrichtungen, und die große Anstelligkeit bei Abrichtungen wirklich anstaunen. Das Seelenleben der Menschen hat sich von den rohesten Anfängen auch nur äußerst langsam bis zu der jetzigen

Stufe entwickelt, ja es ist bei manchen Urvölkern überhaupt nur in einem geringen Grade vorhanden und wenig entwickelungsfähig.

Daß gerade der Hund sich so gern und treu an den Menschen schließt, liegt wol darin, weil er von allen Thieren wegen seiner psychischen Eigenschaften und Anlagen das meiste Verständniß für die menschliche Sprache hat und so in einen lebendigeren Verkehr mit ihm zu treten mehr als jedes andere Thier geeignet ist. Dazu kommt sein vortreffliches Gedächtniß und die hohe Ausbildung seines Gehör- und namentlich Geruch-Sinnes. Der treue Hund ist für den Menschen in der That eine sehr willkommene Ergänzung: bei jenem sind die niederen Sinne (Gehör, Geruch) bei weitem vollkommener ausgebildet, bei diesem die Verstandeskräfte auf Kosten der niederen Triebe und Neigungen mehr entwickelt. Selbst bei dem auf einer offenbar viel niedrigeren Stufe der Körperbildung stehenden Seehunde steht die psychische Entwickelung nicht so tief, als man gewöhnlich meint. Ganz ähnlich verhält es sich mit den mechanischen und selbst geistigen Neigungen bei Menschen. Der Neger wird unter Weißen nach und nach intelligenter und wird selbst körperlich besser gestaltet, was sich etwa nach 150 Jahren schon auffallend zeigt. Das Zusammenleben erzeugt eine allmählige körperliche und geistige Assimilation. Man hat dies namentlich bei Eheleuten bemerkt, welche in einem innigen Verhältnisse lebten.

Es ist auffallend, wie bei Thieren und Menschen ein andauernd träges Verhalten oder eine durchaus nur einseitige Beschäftigung sich psychisch und körperlich zur Geltung bringt. Wie Droschkenpferde zufolge ihrer langweiligen Lebensweise nicht selten dummkollerig werden, so zeigen sich alte Droschkenkutscher häufig leider nicht nur plump, sondern auch roh; Mönche und Nonnen sind oft bloße Verdauungsschläuche; in vereinsamten Seminarien erzogene Lehrer und Priester sind häufig geistig beschränkt und zwar umsomehr, je weniger sie Umgang mit anderen Menschen haben; lange in Kasernen abgeschlossene Soldaten bekommen oft einen widerwärtigen, ja für Andere manchmal gefährlichen Dünkel. Man erkennt an dem Gesichtsausdrucke sehr häufig Bildung, oder Rohheit, Geist oder Stumpfsinn, Heuchelei oder Gradsinn, Knechtes- oder Freiheitssinn. Auch die Art der Lebensweise zeigt sich äußerlich. Der flink arbeitende Schneider hat einen schnellen Gang und ist in allen seinen Unternehmungen heißblütig; der hinter dem Fluge schleichende Landmann ist in allen seinen Verrichtungen langsam, und schwerfällig in seinen Entschlüssen. Wer mit einem geübten Blicke erkennt nicht sofort einen pedantischen Schulmeister, einen genialen Künstler,

einen flotten Schauspieler, einen religiösen Schwärmer oder Orthodoxen? Die Mimiker von Profession wissen dies sehr wohl und geben diesen und anderen Richtungen bisweilen einen klassischen Ausdruck.

Es ist wol kaum eine Aussicht vorhanden, daß die Physiologie den genauen Zusammenhang von der rein mechanischen Uebertragung der Zustände der Außenwelt auf das Seelenleben je wird ermitteln können, da unsere Untersuchungen erst dann beginnen, wann das vegetative Leben mit seinem thätigen Mechanismus bereits aufgehört hat. Das Eine aber wird wol Niemand in Abrede stellen können, daß die Beschaffenheit des Seelenlebens bei Thieren wie bei Menschen an das Gehirn gebunden ist. Wir zeigen auch gewissermaßen instinktiv mit dem Finger auf die Stirn, wenn wir auf den Sitz der Verstandeskraft hinweisen wollen. Der Stoffwechsel schreitet in unserm Körper unablässig fort und ersetzt unmerklich ältere Bestandtheile unseres Körpers durch neue, aber das Bewußtsein erhält sich, so daß wir ungeachtet der unendlichen Bildsamkeit unseres Gehirnes doch auch etwas Bleibendes in ihm annehmen müssen. Der Zustand des Gehirnes in Beziehung auf schlechtes und gutes Gedächtniß ist vergleichbar mit dem Magnetismus in Beziehung auf weiches Eisen und Stahl. Ebenso steht es fest, daß das Gehirn einerseits einer außerordentlich vielseitigen Bildsamkeit fähig ist, andererseits aber auch einen für gewisse geistige Verrichtungen ganz besonders geeigneten Organismus besitzen muß.

Es gibt freilich auch Menschen, bei denen das Gehirn mehr blos wie ein Spiegel wirkt, indem es ein dargebotenes Bild auf mechanische Weise sofort nur zurückwirft, ohne weitere Veränderungen zu erleiden. Wenn z. B. Leute (wie u. a. Dahse) die erstaunenswerthe Fertigkeit besitzen, eine große Reihe aufgeschriebener Ziffern oder eine gewisse Menge von Gegenständen nach einem einzigen kurzen Anblicke, jene nach ihrer Reihenfolge, diese nach ihrer Anzahl ohne Zögern und Anstoß sofort anzugeben; so muß man dafür halten, daß die von den Augen nach dem Gehirn gehenden Nerven den empfangenen Eindruck nicht blos schnell zu diesem fortpflanzen, sondern auch auf ihm, wenn auch nur auf kurze Dauer, zu einem bleibenden machen, gewissermaßen zu photographiren, so daß er sofort wieder zurückgegeben werden kann, ohne daß dergleichen Leute, die meist nicht viel Verstand haben, sich selbst oder anderen über den Vorgang irgend eine Rechenschaft abzulegen vermögen. Aehnlich ist es mit einem sogenannten musikalischen Genie, welches ein gehörtes Tonstück bald wiedergibt. Von viel Verstand ist

auch dabei oft nicht sehr die Rede. Weil die Musik mehr eine Sache des Gefühls ist, so können nicht unbedeutende Virtuosen geistig ziemlich unmündig sein, wie sie es oft auch körperlich noch sind. Kinder haben es nicht selten zu einem ziemlich hohen Grade von Virtuosität gebracht.

Der Mensch allein, oder wenigstens ganz vorzüglich, ist begabt mit einem zur Hervorbringung artikulirter Laute geeigneten Bestandtheile des Gehirns, bei dessen Verletzung das übrigens ganz gesunde Sprechorgan seine Dienste völlig versagt. Es wäre wol nicht ohne Interesse zu untersuchen, ob nicht auch gewisse Vögel, diese so klugen Thiere, welche man wenigstens in einem beschränkten Umfange zu einer oft recht klaren Hervorbringung artikulirter Laute abrichten kann, nicht auch wenigstens eine Spur eines solchen Gehirntheiles besitzen. Wie ein Vogel bei der Verletzung der rechten Seite des Gehirns mit einer ganz feinen Nadel in einem Kreise nach rechts, bei der Verletzung der linken Seite in einem Kreise nach links zu fliegen veranlaßt wird, also gradeaus zu fliegen nicht mehr vermag; so würde ein Vogel die Fähigkeit Einzelnes zu sprechen wol verlieren, wenn man bei ihm den vermittelnden Gehirntheil verletzte. Ist bei einem Frosche ein gewisser Gehirntheil verletzt, so ist ihm die Fähigkeit zum selbstständigen Quaken genommen, aber er kann doch noch durch besondere, selbst rein mechanische Reize, z. B. Streicheln über den Rücken, zum unwillkührlichen Quaken gezwungen werden, gleichwie man an frischen Menschenleichen durch elektrische Einwirkungen unmittelbar auf das Stimmorgan einzelne unheimliche Laute hervorbringen kann.

Wird einer Taube ein gewisser Gehirntheil genommen, so bleibt sie zwar am Leben, verliert aber die Fähigkeit, das Futter mit dem Schnabel genau zu treffen. Ohne die großen Gehirnsphären führt die Taube, wenn sie gefüttert wird, ein rein vegetatives Leben.

Aus diesen und anderen Thatsachen schließen wir mitrecht auf einen mechanischen Zusammenhang zwischen den Gehirnnerven- und der Muskelthätigkeit und auf eine Abhängigkeit des Seelenlebens von der Gehirnmasse. Bekannt ist es u. a., daß Rabe und Papagei ein verhältnißmäßig größeres Gehirn besitzen, als Ente und Gans, und daß das des Menschen größer ist, als das bei dem so klugen Elephanten.

Ungeachtet der Hund zu den begabtesten Thieren gehört, welchem nur derjenige einen gewissen Grad von Verstand absprechen kann, der sich niemals eingehend mit diesen Thieren beschäftigt hat, so ist man ungeachtet seines oft außerordentlich großen Verständnisses für die Sprache fast noch nie imstande gewesen auch nur einzelne wol artikulirte

Töne aus ihm hervorzulocken. Es wäre für uns allerdings auch ein gewisses unheimliches und die Menschenwürde gewissermaßen verletzendes Gefühl, wenn bei dem Hunde das Organ zum Sprechen vorhanden wäre. Es mag ihm also wol der vermittelnde Gehirntheil fehlen; Untersuchungen sind mir darüber nicht bekannt. Sein Wedeln mit dem Schwanze scheint dafür zu sprechen, daß in seinem Gehirne eine oszillatorische Bewegung im Kleinen vorgeht, welche bei ihrer Fortpflanzung durch das Rückenmark auf die Entfernung sich so ungemein vergrößert.

Es ist in einem hohen Grade merkwürdig, daß bei manchen Menschen einzelne Geistesverrichtungen vollkommen abweichen können von dem Maßstabe, welche eine gesunde Vernunft anlegt, während alle anderen sich in einem normalen Zustande befinden. Dieses bemerkt man nicht nur in Anstalten für Geisteskranke recht auffallend, sondern auch in der gewöhnlichen Gesellschaft. Es kann Jemand z. B. im politischen Leben sich durch eine sehr klare Einsicht auszeichnen; aber im religiösen eine verwerfliche Einseitigkeit besitzen und umgekehrt. — Wir werden ferner wol kaum fehlgreifen, wenn wir das Heimweh, die Liebe zum Vaterlande und ein übertriebenes Nationalgefühl, woraus ein gewisser, nicht selten in blutige Kriege ausartender Rassenhaß entsteht, ebenfalls aus einer einseitigen instinktiven Richtung in unserer menschlischen Entwickelung ableiten. Die kosmopolitische Bildung auch der Gebildeten aus den verschiedenen Völkern ist noch außerordentlich weit davon entfernt, als daß wir alle Menschen als unsere gleichberechtigten Brüder ansehen. Die Gehirnthätigkeit der Menschen kann also in einem übrigens vollkommen gesunden Körper eine einseitig sich festsetzende, ja sogar krankhafte Richtung annehmen. Ja selbst einseitig wissenschaftliche Beschäftigungen, besonders in solchen Disciplinen, welche wenig ins gegenwärtige Leben eingreifen, lassen ihre deutlichen Spuren in körperlicher und geistiger Beziehung zurück.

Alle diese Verhältnisse in Beziehung auf das Gehirn und zugleich mit ihnen die Seelenthätigkeiten werden durch Vererbung in gleichartigen Wesen mehr oder weniger erhalten.

Wie außerordentlich zusammengesetzt und räthselhaft aber für die Physiologen und Psychologen die Gehirnthätigkeiten beim Menschen sind, zeigt ein kürzlich mit einem Deutschen (Georg Rickern) in Neu-Orleans vorgekommener Fall. Derselbe erlitt eine Gehirnerschütterung, welche ihn sieben Wochen lang blind und taubstumm machte. Dann kam ihm der Gebrauch seiner Sinne zwar wieder, aber sein Gedächtniß war völlig verschwunden. Er erinnert sich keines Namens, keiner Person,

keines Wortes und Ereignisses von einem früheren Datum, als nur seines Unfalles. Er hat seine deutsche Muttersprache, sowie die englische Sprache, deren er früher mächtig war, völlig vergessen. Seine Mutter und seine Freunde sind ihm neue Bekannte. Obwohl seine Verstandeskraft nicht wesentlich beeinträchtigt erscheint, mußte er die Sprache erst wieder wie ein Kind erlernen und machte nur langsame Fortschritte. Dieser Mann lebt also ein zweites Seelenleben, ohne von dem ersten ein Bewußtsein zu haben.

Die Aphasia oder der völlige Verlust des Gedächtnisses ist ein vollständiges Verklingen, ein plötzliches Zurückgehen und Aufhören der Schwingungen oder der Fähigkeit zu solchen.

Dieser merkwürdige Fall, dem andere zur Seite stehen, in denen Menschen durch das Fieber das Gedächtniß verloren haben, erinnert mich an einen Ausspruch Platos, indem er behauptet, die Seele gehe durch eine Reihe von Existenzen ohne Bewußtsein von jeder vorangegangenen Periode, aber alle durch eine Kontinuität des Willens und Charakters vereint, welche die Disziplin der einen Existenz zu einem Supplement der Disziplin der anderen mache.

Nicht etwa nur durch eine Verletzung des Gehirns, sondern auch durch den übermäßigen Genuß geistiger Getränke, oder auch durch einen allzu großen Andrang des Blutes nach dem Gehirne, wie z. B. bei einer recht heftigen Migräne, verliert man die Fähigkeit, deutlich zu sprechen und logisch richtig zu denken, so daß ein Aderlaß die alte Fähigkeit in der Regel wol zurückzuführen vermag.

Man wird übrigens auf den Gedanken, daß verschiedene Gehirntheile zu verschiedenen Verrichtungen dienen oder wenigstens, daß gewisse vorzüglich zu gewissen geeignet sind, durch verschiedene Erfahrungen geführt. Man kann z. B. ohne sonstige Beeinträchtigung der Verstandeskräfte den Namen eines bekannten Gegenstandes weder nennen noch schreiben; vermeint es wol sogar zu wissen, was es ist, bestätigt aber dennoch den von einem Anderen genannten falschen Namen als den richtigen. Manche nennen für die verschiedensten Gegenstände, welche sie sehr wol zu unterscheiden vermögen, dennoch denselben Namen; Andere sagen bei jeder, auch ganz unpassenden Gelegenheit denselben Satz mit denselben Worten.

Es stellt sich also das Unvermögen ein, entweder die Sprechwerkzeuge überhaupt zu gebrauchen, oder sie dem bewußten Willen unterzuordnen. In dem einen Falle scheint eine vollständige Unthätigkeit in

dem betreffenden Gehirntheile, in dem andern in der Leitung von ihm aus zu dem Sprechorgane eingetreten zu sein.

Will man etwas auswendig lernen, so muß man durch wiederholtes Vorsprechen oder Selbstsprechen und Lesen im Gehirne einen, wenn auch nur auf einige Zeit bleibenden Eindruck hervorzubringen suchen, gleichwie man einen Stahlstab erst durch wiederholtes Bestreichen mit einem Magneten selbst zu einem bleibenden Magneten macht. Jenachdem nun die Widerstandskraft des Gehirnes klein oder groß ist, bedarf es einer kürzeren oder längeren Zeit, um einen dauernden, zur Reproduktion geeigneten Eindruck hervorzubringen, er verschwindet aber in der Regel in demselben Maße, in welchem er erlangt wurde, besonders wenn das geistige Verständniß mangelte (Stahl, weiches Eisen).

Es widerspräche allen Erfahrungen, wenn man das Gehirn eines jeden gesunden Menschen für die ganze Lebensdauer als unveränderlich oder stereotyp ansehen wollte; es ist vielmehr ebenso gut wie jedes andere Organ des Körpers durch einen zweckmäßigen Gebrauch einer Vervollkommnung fähig und wird durch den Nichtgebrauch eine geistige Abstumpfung erkennen lassen.

Bei denjenigen **Kretins**, welche gar nicht sprechen und nur thierischen Trieben nachleben, ist es etwas Anderes. Bei ihnen ist nicht nur der die Artikulation der Laute vermittelnde Theil des Gehirnes, sondern das ganze Gehirn in einem bleibend abnormen und gewissermaßen starren Zustande. Hier fällt ein wesentlicher Unterschied von Menschen- und Thierseele fort: es sind Thiere mit Menschengestalt und ihre Seele ist jedenfalls weniger entwickelt, als die mancher Elephanten und Hunde.

Eine andere Zwischenstufe nehmen die **Idioten** ein, welche zwar sprechen lernen, deren durch das Gehirn bedingten geistigen Fähigkeiten aber einer höheren Entwickelungsstufe nicht entgegengeführt werden können. Daß auch diese von dem Gehirne abhängigen Seelenzustände erblich sind, zeigt in Deutschland das Städtchen Neckarsteinach, welches eine Menge solcher Halbmenschen zählt.

Also auch die Seelenthätigkeit eines Menschen, selbst mit gesundem Gehirne, kann durch den Gebrauch oder Nichtgebrauch gestärkt oder gelähmt, und durch einen einseitigen Gebrauch in eine unbewußt instinktive Richtung eingeengt werden. Wie ein Vogel nur das Lied singt, welches ihm fortwährend vorgespielt worden ist, so sind leider auch nicht wenige Menschen durch einen einseitig verkehrten Bildungsgang in eine einseitig stereotype Geistesrichtung eingezwängt worden, aus welcher sie selbst sich nicht mehr zu befreien vermögen. Das ist **die Macht der**

Natur, wie wir sie in dem religiösen, politischen und sozialen Leben an den unbeholfenen, unbeweglichen und unbeugsamen Geistern leider nicht selten hervortreten sehen. Wenn wir dem noch wenig oder nicht hinreichend entwickelten Geiste der Jugend immerfort etwas Unverständliches darbieten, ihn zwingen, es aufzunehmen, wie es in den meist geistlosen Katechisationen geschieht, in denen die Kinder wie Papageien so lange dieselben Formeln herzusagen genöthigt werden, bis sie dieselben wortgetreu wiedergeben können, meist ohne sich das Geringste dabei zu denken, ja denken zu können; so umnebeln wir den Verstand, machen ihn unempfänglich für jede klare Auffassung; es bildet sich nach und nach ein Wahn aus, welcher leicht in Fanatismus und sogar Wahnsinn ausartet. Höhere Gesittung und Bildung gehen dabei leer aus*)

Ein sehr weites Feld der Erfahrungen hat mir gezeigt, wie junge Leute, welche sogar zu den besten Hoffnungen berechtigten, in einem geistlichen Seminare, abgeschlossen von dem bildenden Einflusse der Mitmenschen und stets unter der zwingenden Macht eines gedankenlosen Formenwesens, bald alle geistige Frische verloren, nur das Lied zu singen vermochten, was ihnen täglich vorgespielt wurde, so daß ihr ganzes Gehirn in der That eine stereotype Richtung bekommen mußte, an welcher sie endlich selbst nichts mehr zu ändern imstande waren. Die Töne der freien Natur sind bei ihnen ebenso wie beim Vogel vergessen und verstummt.

Wir dürfen aber, wenn wir gerecht sein wollen, nicht so sehr den Männern grollen, welchen durch eine verkehrte Erziehung und Bildung jeder freie Naturton abhanden gekommen ist, die also aus ihrem stereotyp gewordenen Gehirne fortwährend dasselbe Lied abhaspeln und denen die Sprache nur gegeben zu sein scheint, um zu verbergen, daß es ihnen an Gedanken fehlt, als vielmehr denen, welche mit Selbstbewußtsein und mit Absicht staatliche Abrichtungsanstalten zur Herabbildung des menschlichen Gehirnes verlangen und einrichten.

Wie der angehende Lehrer und Geistliche in einem abschließenden Seminare, wie der Sträfling in der Einzelhaft, wie ein Mönch in seiner Zelle, so kommt auch ein lange Zeit kasernirter Soldat in humanistischer

*) Es sind in Berlin, wo die Denkatmosphäre selbst unter der Jugend etwas reiner ist, als an so manchen anderen Orten, sogar in den Konfirmationsstunden einzelner Geistlichen von gewisser Richtung, an denen es in „der Metropole der Intelligenz“ bekanntlich nicht fehlt, die ärgsten Excesse vorgekommen, weil die Unterrichtsweise sie zu fesseln nicht vermochte. Leider ist es sogar eine Thatsache, daß halberwachsenen Mädchen unzüchtige Stellen aus Salomons Sprüchen (S. Kapitel 5 und 7) auswendig zu lernen zugemuthet wurde. (anno 1869)

Beziehung zurück, ja manche Unteroffiziere arten in der Behandlung ihrer „Mitbrüder" zu Kanibalen aus. Der Soldat bekommt nach und nach, wie man zu sagen beliebt hat, ein „militärisch geschultes Herz," d. h. auf deutsch und weniger euphemistisch gesagt: er betrachtet seinen nicht uniformirten Mitmenschen, auch „ein Ebenbild Gottes," unter oft nichtigen Umständen wie ein Stück Jagdwild.*) Wenn einem Ehrenbegabten unter der nicht selten unwürdigen und schmachvollen Behandlung bei der maschinenmäßigen Abrichtung in den eingepferchten Räumen die Verzweiflung erfaßt, so nimmt er sich wol selbst das Leben, wie es nach statistischen Ausweisen nicht selten geschieht.**) Unter solchen Organisationen schreitet die Entwickelung des Gehirns zum menschenwürdigen Dasein nicht fort.

Aus allen diesen und ähnlichen Betrachtungen (man denke z. B. an die Geschichte des Kaspar Häuser) ergibt sich mit vollkommenster Sicherheit, daß die psychischen Thätigkeiten nicht von einer Kraft, die außerhalb des Einzelnwesens irgendwo im Weltraume ihren Sitz hat, geleitet werden, sondern daß sie von dem Gehirne aus als dem Zentralorgane entspringen. Wenn auch in dem vegetativen Leben des Menschen nichts über die Gränzen des Faßbaren zu gehen scheint, so fehlt uns doch jetzt noch jede Kenntniß der Bedingungen für das Bewußtsein und für das Phänomen der Freiheit in der Geistesthätigkeit; dessen ungeachtet aber kennen wir die Mittel, welche geeignet sind, die geistigen Verrichtungen zum Besseren zu steigern, oder sie zu hemmen. Fluch denen, die auf das Letztere bedacht sind und so den Menschen entmenschen!

---

*) Mit der Uniform zieht der Bauerbursche, selbst wenn er weder lesen noch schreiben kann, sofort den intelligenten Retter der bürgerlichen Gesellschaft an. Die Geschichte wird zu Gericht sitzen über Kulturanschauungen, wie sie selbst in Preußen im Jahre des Heils 1870 von soldatischer Seite im Reichstage geltend gemacht wurden. Man möchte bei dem früher so sehr verrufenen „Unterthanenverstande" an eine Seelenwanderung glauben.

**) Im Jahre 1859 fielen im preußischen Heere noch 148 Selbstmorde vor und die meisten in den ersten 4 Monaten des Jahres, weil in der ersten Zeit nach der Einstellung im vorangegangenen Dezember das menschliche Selbstgefühl der Rekruten noch am regsten war und später erst eine Abstumpfung eintrat.

Der Mensch
als höchste Stufe der organischen Entwickelung.

„Natürlich, wenn ein Gott sich erst sechs Tage plagt,
Und selbst am Ende Bravo sagt,
Da muß etwas Gescheidtes werden."
Göthe's Faust.

Es gibt jetzt wol keinen, auch nur mit einer mäßigen Denkkraft ausgerüsteten Menschen mehr, welcher ernstlich glaubt, daß das ganze Menschengeschlecht auf der Erde wirklich von einem Manne, der selbst aus einem Erdenkloß gemacht worden sein soll, und, weil man nicht Selbstbefruchtung annehmen wollte, von einer Frau, zu deren Bildung der Mann eine seiner Rippen hergeben mußte, entstanden sei. Man weiß auch ferner nicht recht, wie die folgende Fortpflanzung des Menschengeschlechtes ohne Verletzung sonst für heilig gehaltener Gefühle geschehen konnte, da Eva angeblich nur drei Söhne, den Kain, Abel und Seth gebar*). Wenn auch eine zügellose Phantasie sogar schwarze wunderthätige Madonnenbilder geschaffen hat, so konnten doch aus Adam und Eva, obwohl er 930 Jahre und davon 130 Jahre mit Eva im Paradiese gelebt haben soll, Neger, Hottentotten, Eskimos und überhaupt die verschiedenen Menschenrassen nicht hervorgehen, weil es ja eben an den nothwendigen Bedingungen zu Mischrassen gebrach und weiße Menschen in der Tropensonne ebensowenig zu Negern werden, als diese in größeren Breiten und überhaupt eine weiße Farbe annehmen. Wir müssen die Sage von einem ersten Menschenpaare, von einem Paradiese, einem goldenen Zeitalter und den daran sich knüpfenden Mythen eines Sündenfalles u. s. w. in das Gebiet der Fabeln und eines leeren Wahnes verweisen. Doch die Orthodoxie führt solche Märchen mit einer ans Komische gränzenden Zuversicht an als einen wesentlichen Bestandtheil der biblischen Geschichte und vertraut dabei gedankenlos auf die eifrig gepflegte Dummheit des Volkes. Die Kinder, denen solche Sachen vorgetragen werden, sperren über diese wunderbaren Erzählungen freilich Mund und Ohren auf, bleiben aber so dumm als sie gewesen sind.

*) Auch nach der sogenannten Sündfluth dürfte den drei Söhnen Noahs, dem Ham, Sem und Japhet, die Fortpflanzung des Menschengeschlechtes wol nicht gelungen sein. Wenn selbst im Männerleibe ein Fötus entstanden wäre (ein Fötus in einem Fötus), was freilich als eine große Seltenheit vorkommt, so würde derselbe doch nicht lebensfähig sein.

„Verachte nur Vernunft und Wissenschaft,
Des Menschen allerhöchste Kraft,
Laß nur in Blend- und Zauberwerken
Dich von dem Lügengeist bestärken,
So hab' ich Dich schon unbedingt."

Was liegt aber der Menschheit an einem solchen Aberwitz des Glaubens? Hat sie davon je einen Nutzen gehabt? Ist es Geistesbeschränktheit oder mit Eigennutz gepaarte Heuchelei, wenn man fortwährend solche Albernheiten und solchen Plunderkram auf den Markt bringt und der Jugend die Zeit raubt zur Aneignung eines besseren Bildungsstoffes? Scheuen solche Volksbeglücker wirklich nicht das strenge Urtheil der Geschichte? Es ist schlimm, daß wir bisher in einer Zeit lebten und noch leben, in der wir mit Göthe im Faust sagen müssen:

„Was man nicht weiß, das eben braucht man;
Und was man weiß, kann man nicht brauchen."

und

„Verhöhnt nur hübsch Vernunft und Menschenrechte,
Ihr findet stets noch Eure saubern Knechte."

Aber gegenüber solchen Phantastereien forschungsscheuer Finsterlinge, welche über jeden sofort das Verdammungsurtheil aussprechen, der es wagt, den Wortlaut der Bibel nicht blindlings anzunehmen, wollen wir zeigen, daß der Mensch ebensowenig wie jedes andere organische Wesen mit bestimmten Eigenschaften das Ergebniß einer einzelnen schöpferischen Thätigkeit, eines freiwilligen Machtspruches oder das Werk eines augenblicklich schaffenden und außerhalb der Naturgesetze stehenden Willens ist; sondern daß er nach seiner Anatomie und Physiologie oder nach dem Baue seines Körpers und nach der Verrichtung seiner Organe und überhaupt mit seinem ganzen jetzigen Organismus (Knochen, Nervensystem, Schädel, Gehirn) sich der übrigen organischen Natur als eine höhere Stufe der Wirbelthiere vollkommen anschließt und als das höchste Produkt einer während einer Reihe nicht blos von einigen Millionen, nein von Tausenden derselben, fortlaufenden Steigerung der Organisationen anzusehen ist.

Die uns in der Paläontologie bei der Untersuchung der Erdschichten dargebotene Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere unter der leitenden Hand der vergleichenden Anatomie und die in der Embryologie uns gewissermaßen zum besseren Verständnisse der Entstehung des Menschen vorgeführte kurze Wiederholung jener Geschichte sind uns die vollgiltigsten Zeugnisse für die Entwickelung des Menschen zunächst aus der Klasse

der Wirbelthiere. Weil nämlich alle Wirbelthiere in ihrer Entwickelung, im Baue und in den Lebenserscheinungen übereinstimmende Merkmale zeigen, so sind sie aus einer gemeinsamen Stammform entsprungen. Da nun der Mensch in allen wesentlichen Beziehungen den Wirbelthieren gleicht, so gilt jene Stammform auch für ihn. Wenn wir nun als Grundsatz festhalten müssen, daß zwei Organismen im Stammbaume einander um so näher stehen, je mehr sie nach Form und Entwickelung übereinstimmende Merkmale besitzen, so ist es nur noch unsere Aufgabe solchen Merkmalen nachzuforschen.

Weil also der Mensch zu der großen Klasse der Wirbelthiere gehört, so wollen wir zunächst eine kurze Uebersicht über deren geschichtliche Entwickelung geben in wie weit wir nach den bisherigen Forschungen bereits eine Einsicht gewonnen haben. Wir können darin acht Stufen unterscheiden:

1. Die Röhrenherzen. Es fehlt ihnen noch Kopf und Gehirn, das Herz ist nicht ein zentralisirtes Organ, sondern ein pulsirendes röhrenförmiges Gefäß oder ihre Adern selbst pulsiren; sie besitzen einen knorpeligen Rückenstrang mit Rückenmark, ein Zustand wie er nur beim Embryo mehr entwickelter Wirbelthiere vorkommt. Jetzt kommen davon nur noch die Lanzettfischchen (Amphioxus) vor. Dann erst entwickelten sich Wirbelthiere mit beutelartigem Herzen (in der Silurzeit).

2. Die Unpaarnasen. Sie haben schon einen Kopf mit Schädel und Gehirn; so wie ein zentralisirtes Beutelherz; Beine und sympathische Nerven fehlen auch noch; die Nase besteht nur aus einem unpaaren Mitteltheile, im Labyrinthe des Gehörganges sind nicht drei, sondern nur ein oder zwei Bogengänge. Die Schleimfischen und Lampreten (Neunaugen) gehören hierher. Sie bilden den letzten Rest des Ueberganges von den Röhrenherzen zu den Paarnasen.

3. Urfische. Die ersten Paarnasen oder Doppelnasen. Dazu gehören die Selachier (Hai, Rochen, Seekatze), die Ganoiden oder Schmelzfische, reich entwickelt von der devonischen bis zur Jurazeit; jetzt nur noch wenige Reste: Polypterus im Nil, Lepidosteus in amerikanischen Flüssen, (Stör, Sterlett, Hausen) und die Teleostier oder Knochenfische, deren Anzahl jetzt sehr groß ist, erst in der Kreidezeit oder vielleicht schon im Jura entstanden. Die ersteren mit zwei Beinpaaren sind die Stammväter höherer Wirbelthiere, also auch des Menschen. Die ältesten Haifische der Silurzeit waren der Stamm für die Schmelzfische und für

4., die Lurchfische. Sie stehen zwischen den Fischen und Amphibien; denn sie leben während der Regenzeit (Winter) im Wasser

und athmen Wasser durch Kiemen, während der trockenen Zeit (Sommer) bauen sie sich im eingetrockneten Schlamme ein Nest von Blättern und athmen Luft durch Lungen; sie erscheinen äußerlich wie aalförmige mit Schuppen bedeckte Fische, haben ein Herz wie die Amphibien, sind am meisten ähnlich dem noch vorhandenen Lepidosiren (Südamerika) und Protopterus (Afrika).

5. Lurche oder echte Amphibien. Sie zerfallen in Panzerlurche (die riesigen Labyrinthodonten der Tertiärzeit), wozu nur noch die kleinen Cäcilien gehören und Nacktlurche. Letztere sind Kiemenlurche mit bleibenden Kiemen (der Proteus in der Adelsberger Höhle), Schwanzlurche mit vergänglichen Kiemen (Molche Salamander), Froschlurche (Frösche, Kröten).

6. Schleicher oder Reptilien, welche sich in zwei Aesten aus der Amphibiengruppe mit kaltem Blute entwickelten. Zu dem einen gehörten die riesigen Saurier, die fliegenden Eidechsen, die Seedrachen und gewaltigen Lindwürmer. Sie sind nach ihrer Lebensweise und äußeren Erscheinung Amphibien (Nacktlurche), nach ihrer Entwickelung und nach dem inneren Baue aber Vögel, welche sich aus dem anderen Aste auch wirklich hervorbildeten.

7. Die Vögel entwickeln sich wie die Reptilien aus dem Ei, haben ein aus Hälften bestehendes Herz, aber warmes Blut, indem sie nur Luft athmen.

8. Die Säugethiere haben sich nicht aus den Vögeln entwickelt, obwohl sie auch warmes Blut und ein zweitheiliges Herz besitzen, sondern aus den Amphibien, worauf die Anatomie unfehlbar zurückweiset.

Obwohl der Mensch nach seiner ganzen Körperbeschaffenheit und physischen Lebensweise ohne allen Zweifel zu dieser Thierklasse gehört, so würde es doch ein großer Irrthum sein, wenn wir annehmen wollten, daß er bei seiner Entwickelung alle sieben vorhergegangenen Stufen habe durchlaufen müssen.

Wir müssen nämlich von den Amphibien aus zu dem am niedrigsten stehenden Wasser- und Land-Schnabelthiere übergehen, wovon die letzten Reste heute noch in Neuholland leben. Sie haben bereits einen Beutelknochen, so daß wir die am Anfange der Sekundärzeit auftretenden Beutelthiere, (Beutelratten, Känguruh), welche mit ihnen dieselbe Heimath haben, als ihre nächsten Nachfolger ansehen müssen. Auf sie folgen die Halbaffen, die geschwänzten und ungeschwänzten Affen. Um aber die Stammtafel für den Menschen noch genauer festzustellen,

müssen wir die Säugethiere, zu denen er in letzter Linie gehört, einer kurzen Musterung unterwerfen.

Bei allen Säugethieren ernährt sich der Fötus durch einen schwammigen, aus vielfach verschlungenen Blutgefäßen zusammengesetzten weichen Körper, den Gefäßkuchen (Placenta, Mutterkuchen, Nachgeburt). Man unterscheidet davon drei Formen, die eine Form besteht aus einzelnen zerstreuten Zotten oder Knöpfen, die andere ist gürtel- oder ringförmig gestaltet und die dritte hat eine Scheibenform.

a) Zu den Zottenplacentalthieren gehören:
 1. die Zahnlücker: Ameisenfresser, Faulthier, Schuppenthier, Gürtelthier;
 2. die Hufthiere und zwar die Einhufer oder Pferde, Zweihufer oder Wiederkäuer und die Vielhufer oder Dickhäuter (Nashorn, Schwein). Alle drei sind die Nachkommen eines ausgestorbenen Stammes. Das Flußpferd bildet den Uebergang auf
 3. die Wale: Walfisch, Delphin, Seeschwein, Seekuh. Sie sind nur äußerlich fischähnlich, nach der Entwickelung und dem innern Baue aber echte Säugethiere und Nachkommen von Hufthieren, welche im Wasser zu leben gewohnt waren.

b) Zu den Gürtelplacentthieren gehören die See- und Land-Raubthiere, welche nach Gebiß und Gehirn, so wie nach dem inneren Baue und ihrer Entwickelung stammverwandt sind. Seehunde, Seebär, Seelöve, Walroß, Landbären, Dachse, Marder, Katzen, Hunde. Die Fischotter bildet den Uebergang von beiden Gruppen.

Hufthiere und Walfische einerseits, Landraubthiere und Seeraubthiere andererseits haben nur durch allmähliche Angewöhnung an ihren Aufenthaltsort und durch die natürliche Vererbung sich äußerlich abgeändert, während ihr innerer Bau und ihre Entwickelungsweise sie als nahe Verwandte erkennen läßt.

c) Zu den Scheibenplacantalthieren gehören:
 1. die Nagethiere (Eichhörnchen, Mäuse, Hasen), ihr Stammvater ist der Biber;
 2. die Insektenfresser (Spitzmaus, Maulwurf, Igel);
 3. die Fledermäuse, sowohl Insekten als auch Früchte fressende;
 4. die Halbaffen (Maki) in nur noch wenigen Formen;
 5. die echten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und der Mensch.

Die Halbaffen zeigen merkwürdige Uebergangsformen zu den an-

deren vier Ordnungen und bekunden sich selbst somit als den Rest eines ausgestorbenen Urstammes für sie. Es schließen sich nämlich:

das Fingerthier von Madagaskar (Chiromys) an die Nagethiere,
die Ohraffen (Langfüßer) und Koboldaffen an die Insektenfresser,
die Pelzflatterer (Galeophitherus) der Sundainseln an die Fledermäuse,
der Lori und Maki (Kurzfüßer) an die echten Affen.

Die echten Affen selbst zerfallen in drei Abtheilungen:

1. die Korallenaffen (Löwenäffchen, Quistiti), bei welchen nur der Daumen an den Händen und Füßen einen platten Nagel trägt;
2. die Plattnasen (Brüllaffen, Klammeraffen, Kapuzineraffen, Eichhornaffen), nur in der Neuen Welt zuhause, tragen an den Fingern und Zehen nur platte Nägel. Die Nasenscheidewand ist breit, unten verdickt und daher die Nasenlöcher seitwärts nach außen gerichtet. Sie haben 36 Zähne, nämlich in jedem Kiefer 12 Backenzähne, 2 Eckzähne und 4 Schneidezähne;
3. die Schmalnasen, nur in der Alten Welt, haben wie der Mensch nur eine schmale Nasenscheidewand, die Nasenlöcher sind wie bei ihm nachunten gerichtet, die Nägel an Händen und Füßen platt, sie haben wie der Mensch nur 32 Zähne, nämlich in jedem Kiefer 10 Backenzähne, 2 Eckzähne, 4 Schneidezähne.

Die Affen der Alten und Neuen Welt sind demselben Urstamme entsprossen und gestalteten sich erst nach der Trennung beider Welttheile selbstständig. Der Mensch und der höchst entwickelte Affe der Alten Welt entwickelten sich dann aus demselben, längst untergegangenen Stamme der Schmalnasen. Diese selbst zerfallen in geschwänzte (Paviane, Meerkatzen, Schlankaffen) und in ungeschwänzte (Gibbon, Orang, Schimpanse, Gorilla).

Wir müssen nun weitere Vergleichungen aufzustellen suchen.

Bei der allmähligen Entwickelung der Affen bildete sich die Kralle zum angewachsenen platten Nagel aus, so daß der Maki nur noch am Zeigefinger der Hinterfüße eine Kralle hat.

Wenn auf den Unterschied zwischen Hand und Fuß ein gewisses Gewicht gelegt wird, so muß doch auch bemerkt werden, daß die große Zehe bei manchen Menschen, ja bei ganzen Stämmen, namentlich den Malayen auf Java, beweglich ist wie beim Affen am Greiffuße, und zwar nicht blos zufolge der Uebung, sondern wegen erblicher Uebertragung. — Ebenso ist die verschiedene Anordnung der Hand- und Fußwurzelknochen, sowie das Vorhandensein dreier gewisser Muskeln des

Fußes, welche die Hand nicht hat, dem Menschen und den höheren Affen (Gorilla) gemeinschaftlich. Im berliner anatomischen Museum ist ein menschlicher Fötus, welcher als ein Zeichen des Rückfalles eine Fingerkralle hat, ähnlich wie beim Faulthiere*)

Das Gorillamännchen erreicht die Menschengröße von 5—6 Fuß (das Weibchen nur 4—5'), es geht dem Jäger mit furchtbarem Geschrei, indem es sich mit den Händen auf die Brust schlägt, dreist in einzelnen Absätzen entgegen. Der Gorilla steht leicht und lange aufwärts, ruht, mit dem Rücken an Baumstämme oder Felsen gelehnt, auf dem Boden, während seine Jungen oben schlafen.

In Beziehung auf die Nasen ist von den Plattnasen mit breiter Scheidewand zwischen den Nasenlöchern ein Fortschritt zu den Schmalnasen mit dünner Zwischenwand. Die plattnasigen Affen gehören zwar der Neuen, die schmalnasigen der Alten Welt an, aber sie sind die Zweige eines gemeinsamen Stammes. Der Mensch nähert sich in anatomischer Beziehung den letzteren ammeisten, und zwar in beiden Welten, welche früher von Asien aus miteinander verbunden waren, so daß sie für die gegenseitige Einwanderung offen standen.

Ein weiterer Fortschritt geht von den Schmalnasen zu den Hundsaffen mit allerdings noch mehr thierisch gestrecktem Kopfe und kurzen Beinen (Meerkatzen, Paviane); dann aber zu den Menschenaffen mit gewölbtem Schädel, armähnlichen Vorderbeinen und ohne Schwanz und Backentaschen (Gibbon, Orang-Utang, Schimpanse, Gorilla).

Bei letzteren ist eine Aehnlichkelt im Baue des Beckens und des Schädels mit dem beim Menschen nicht zu verkennen. Schon Göthe hat auf den Zwischenkiefer (Os intermaxillare), in welchen die beiden oberen Schneidezähne eingefügt sind, als ein Verbindungsglied zwischen Mensch und Thier und auf die Zusammensetzung des Schädels aus Wirbeln, gleichsam als Fortsetzung des Rückgrats aufmerksam gemacht (gleichwie die Mundtheile der Insekten als abgeänderte Füße zu betrachten sind).

Sein Schluß war ganz einfach: alle Säugethiere haben einen Zwischenkiefer, der Mensch gehört zu den Säugethieren, also muß auch er einen Zwischenkiefer haben.

Der Schädel des Menschen, so wie der des Affen ist nämlich aus

*) Manche junkerlichen, meist faulenzenden Modemenschen bemühen sich jetzt ihre platten Nägel zur Kralle umzugestalten, aber diese Rückbildung zur Affenähnlichkeit dürfte ihnen kaum gelingen.

drei hintereinander liegenden, aber sehr umgestaltenen, und fast unbeweglich miteinander verbundenen Wirbeln zusammengesetzt: dem Hinterhaupt-, Scheitel- und Stirnwirbel. Diese Theile sind aber als solche nur noch bei ganz kleinen Kindern erkennbar, weil sie später verwachsen. Kinder- und Affenköpfe sind einander auffallend ähnlich, mit zunehmendem Alter aber wird der Unterschied größer; beim Affen bilden sich vorzüglich die Freßwerkzeuge aus, während die Entwickelung seines Gehirns zurückbleibt, so daß aus dem Affen nie ein Mensch entsteht; jener reift wie alle Thiere in kurzer, dieser in langer Zeit seiner körperlichen Vollendung entgegen, jener hat nur ein kurzes, dieser ein langes Leben.

Sehr bemerkenswerth ist es, daß von den fossilen Affen aus der Tertiärzeit der eine (Dryopithecus Fontani), aus einer tiefliegenden Mergelschicht in Südfrankreich ausgefundene (Sauret) Unterkiefer durch seinen Zahnbau eine Mittelstufe zwischen Affe und Mensch einnimmt und daß bei zwei weiblichen australischen Menschenschädeln der erste große Backenzahn wie beim Affen kleiner ist als der zweite.

Beim Menschen erscheinen am Brustbeine bisweilen überzählige Knochen, wie sie bei Thieren vorkommen, die sogar noch unter den Affen stehen, denen sie gewöhnlich auch fehlen.

Uebrigens vertheilen sich die Aehnlichkeiten zwischen Menschen und Affen unter die letzteren sehr verschieden: der Schädelbau bei den Plattnasen (Chrysotrix) ist viel menschenähnlicher als bei den höheren Affen; das Gehirn des Orang-Utang, die Arme und Beine des Gorilla, der Schädelbau des Schimpanse haben mit denen des Menschen eine größere Aehnlichkeit, als sie bei den verschiedenen Affenrassen selbst zu finden ist. Andererseits ist auch die Affenähnlichkeit bei den Menschen nicht auf ein ganz bestimmtes Volk beschränkt, sondern die einzelnen Merkmale sind unter die verschiedenen Menschenrassen verschieden vertheilt, z. B. beim Neger das Verhältniß des Oberarms zum Unterarme, beim Europäer das Verhältniß der Länge der Arme und der Beine und des Oberarmes zum Schenkel. Haben Menschen (auch bei uns) einen affenähnlichen Typus, so sind, wie bei den Affen, ihre Ohren ungewöhnlich lang; haben sie ein „Bullenbeißergesicht,“ so sind Arme und Hals kurz u. s. f.

Schon die älteste Geschichte weiset uns verschiedene Stämme auf, z. B. Egypter (vorgeschichtlich nach den Thonscherben-Resten im Tiefgrunde des Nilthales seit 13000 Jahren) Neger, Semiten, Perser. Für die Rassen ist die Schädelform wesentlich bestimmend, wobei das Verhältniß des Querdurchmessers (von Ohr zu Ohr) zum Längendurchmesser

(von der Stirne zum Hinterkopfe) und die Schädelhöhle bestimmend ist; es gibt demnach Langköpfe, Kurzköpfe, Mittelköpfe und unter ihnen nach der Stellung der Zähne gradzahnige und schiefzahnige. Ueberdies ist der Campersche Gesichtswinkel (Jupiter Phidias) oder die Lage der beim Gradestehen von der Nasenwurzel aus an die Stirn gelegten lothrechten Linie gegen die Stellung der Zähne und die Verbindung der beiden Ohröffnungen für die Beurtheilung des Adels der Rasse auch nicht ohne Werth: bei edlen Rassen fällt diese Lothrechte auf die Schneidezähne, bei unedlen auf die Eckzähne und beim Gorilla ganz hinter die Kauwerkzeuge. In der That wächst der Gesichtswinkel von höchstens 70° beim Affentypus, zu 75° beim Kaffer, 80° beim Kalmücken, und zu 83 bis 85° beim Europäer, um sich dem Ideale von 90° zu nähern. Die bei Urvölkern auf verschiedenen Theilen der Erde üblich gewesenen Schädelpressungen haben wol nur zum Theil einen erblichen Charakter angenommen. Uebrigens zeigen sich selbst innerhalb derselben Menschenrasse noch entfernte Thierähnlichkeiten, denn man spricht z. B. von einem Vogel-, Wiesel-, Mopsgesichte. Die geschlechtliche Auswahl wird aber auch diese Vergleichungen schwinden machen und nach und nach Formen herstellen, welche dem Begriffe der Schönheit sich nähern.

Wenn nun schon die Anatomie und, wie wir weiter erkennen werden, auch die Physiologie dem menschlichen Körper eine Ausnahmestellung in der organischen Welt nicht zugesteht; so können wir auch leider nicht einmal die Vernunft als ein Gemeingut aller Menschen betrachten und sie ihnen als ein ausschließlich angehöriges und von den Thieren unterscheidendes Merkmal beilegen. Wie viele Kanibalen gibt es nicht selbst in dem hochgebildet sein wollenden Europa, abgesehen von ganzen Völkerschaften, die ein mehr thierisches Dasein verleben?

Je weiter die Kultur der Menschen vorschreitet, und je mehr niedrigere Zwischenstufen aussterben (der letzte Tasmanier auf Vandiemensland 1868), um so schwieriger wird es zwar, die Verbindungsglieder und die allmähliche natürliche Entwickelungsreihe zwischen Mensch und Thier aufzufinden, aber niemals dürfen wir einen plötzlichen Sprung und eine gewaltsame Abzweigung des Menschen von der anderen organischen Welt annehmen.

Wir wollen nun nachforschen, ob sich nicht Spuren des Menschen aus seiner frühesten Entwickelungsperiode vorfinden.

In der That läßt uns die Geologie nicht nur durch die Erforschung der Erdschichten und der in ihnen enthaltenen Reste verschiedener

organischer Wesen die fortschreitenden Entwickelungsstufen des Erdkörpers auffinden, sondern sie hilft uns auch die einzelnen Perioden in der Entwickelung des Menschengeschlechts enträthseln.

Wenn auch Mitteleuropa uns bisjetzt die meisten Anhaltspunkte für die Urgeschichte des Menschen gibt, da es am fleißigsten durchwühlt ist, so dürfen wir doch nicht meinen, daß wir hier schon sehr Vieles geleistet haben und daß nicht auch andere Gegenden ebenso reiche Quellen sind. Es ist natürlich, daß uns die am leichtesten zugänglichen aufgeschwemmten oder Diluvialgebirge, sowie die Spalten und Höhlen mit ihrem Inhalte uns den vorzüglichsten Stoff darbieten.

Zuerst forschen wir nach den Spuren menschlicher Thätigkeit. Weil die Hochgebirge der Erde und die Polargegenden nach einer hinreichenden Abkühlung zuerst bewohnbar waren, so werden wir auch hier die ersten Spuren des Menschen und seiner Thätigkeit aufsuchen müssen, indem er hier bei der später hereinbrechenden Kälte zugleich mit den Thieren zugrunde ging.

In Grönland hat man eine Menge alter, zum Theil vortrefflich gearbeiteter Werkzeuge aus Kieselstein, Quarz, Chalcedon, Achat, Jaspis u. a. entdeckt. Karl Müller kann es einerseits sich nicht vorstellen, daß die Eskimos nackt und hilflos allen feindlichen Einflüssen der Natur ausgesetzt in den Polarlanden als Autochtonen hätten auftreten können und andererseits ist es ihm noch unbegreiflicher, daß der Mensch vor Jahrtausenden aus mittleren Zonen zum Pole hätte vordringen sollen. Man wird leicht zugestehen müssen, daß die Eskimos nicht aus Liebhaberei zur Kälte und zu den traurigen Entbehrungen aller Lebensgenüsse nach den eisigen Wohnorten aus den südlicheren Breiten eingewandert sind; aber ebenso leicht ist es nach unseren früheren Darstellungen einzusehen, daß sie als die letzten verkümmerten Reste der dort zuerst auf der Erde vorhanden gewesenen Menschen erscheinen, wenn wir nur festhalten, daß diejenigen Gegenden für die Erzeugung und Erhaltung organischer Wesen zuerst geeignet waren, welche jetzt die kältesten sind und man wird auch nicht mehr erstaunen, daß diese Leute ein noch größeres Heimweh nach ihren trostlosen Eissteppen empfinden, als selbst die Schweizer nach ihren lachenden Alpenthälern.

Auch in Mexiko sind als Erzeugnisse der Azteken ähnliche Geräthe aus Diorit und Feuersteinen aufgefunden worden. — Ebenso finden wir in Skandinavien und in den älteren Gletscherbildungen der Alpen und Pyrenäen höchst mühevoll aus Steinen gefertigte Aexte und Messer, deren man sich zur Vertheidigung und Arbeit bediente. Man hat der-

gleichen nicht blos zerstreut in Gräbern, sondern auch in außerordentlich großer Menge (bis zu 32000) zusammen in Höhlen aufgefunden, dabei aber anfänglich keine Spur von Metallen, weshalb man auch jene Periode des Menschengeschlechtes die **Steinzeit** genannt hat. Es mußte ohne Metalle einer jahrelangen Anstrengung bedürfen, um durch einen harten Stein nur ein Loch zu bohren und so ein Steinbeil zu erhalten. Dupont hat in etwa 200 untersuchten Belgischen Höhlen nur Steingeräthe und bearbeitete Knochen, niemals aber Metalle gefunden.

Wenn in Höhlen die Röhrenknochen von Thieren häufig der Länge nach aufgespalten oder auch sogar angeröstet sich vorfinden, so ist dieses ein deutliches Zeichen von dem Vorhandensein der Menschen, welche das noch warme oder erwärmte Knochenmark genossen haben, wie es ja heute noch die Lappländer mit den Knochen ihrer Hausthiere thun. Daß die Menschen in der Steinzeit Knochenmark und Gehirn verzehrten, ist für ihre Gehirnentwickelung nur vortheilhaft gewesen, gleich wie, wenn wir das Fleisch grasfressender Thiere genießen, den Verdauungsprozeß, welchen die Vegetabilien verlangen, nicht mehr durchzumachen haben, sondern dem Körper ein höheres Erzeugniß zuführen.

Das Anrösten ist übrigens das Zeichen des Beginnens einer höheren Entwickelungsstufe. Kein Thier, auch nicht der Affe, macht sich Feuer an, um es zu benutzen. Es wurden nun die Wirkungen des Feuers beobachtet und nach und nach nutzbar angewendet. Die früher roh gebliebenen Thongefäße wurden jetzt gebrannt, die Nahrungsmittel zubereitet, ein kalter Aufenthaltsort wohnlich gemacht, das Eisenerz geschmolzen, das gewonnene Metall zu Waffen und zu Geräthen hergerichtet u. s. w. Durch die Entwickelung des Feuers erhielt die Gehirnthätigkeit einen mächtigen Antrieb und Aufschwung; es kam mit dem Feuer der Götterfunke „Verstand" in das menschliche Gehirn.

Wahrhaft erstaunenswerth ist ferner die Ausdauer jener Menschen gewesen, mit welcher sie Hunderttausende von Pfählen zu ihren Jochbrücken und zu den Wohnungen in die Gewässer einrammten, ohne andere Instrumente als Steine zu benutzen. Allein in der Schweiz hat Dr. Keller bereits 140 solche Pfahlbauten mit den darin gefundenen Steinbeilen und Knochen beschrieben.

Bei Robenhausen sind drei durch Torflager getrennte Pfahlbaue übereinander vorhanden. Der unterste hat nach der Zeit der Torfbildung zu schließen, ein Alter von etwa 7000 Jahren. Schon Herodot hat Pfahlbaue im See Prasias beschrieben und in Neu-Guinea findet man noch heute bewohnte.

Auch anderwärts, z. B. in Belgien, Frankreich und selbst noch in Italien hat man die Spuren des Zusammenlebens von Menschen in den Pfahlbauten mit dem gleichzeitigen Vorhandensein von Resten vorweltlicher Thiere, wie Mammuth, Nashorn, Höhlenbär, Höhlenhyäne, Elephant gefunden.

Daraus geht hervor, daß die Menschen zuerst unter längst ausgestorbenen Thiergeschlechtern in festeren Wohnsitzen vereint lebten, ehe sie als Jäger und Hirten herumschweiften, und dann noch später erst Ackerbau und Viehzucht trieben.

Wenn wir die Spuren menschlicher Thätigkeit nach geologischen Perioden verfolgen, so sind bis jetzt die ersten in den unteren Lagen der mittleren Tertiärzeit bei Settes-sur-Cher im Departement Loire-et-Cher entdeckt worden, wodurch das Alter des Menschengeschlechtes auf mehr als 100,000 Jahre gesetzt werden muß; dann folgen die bei Pauancé im Departement de Main et Loire in den mittleren Tertiärschichten gefundenen Reste; ferner die in einer etwas höheren Schicht am Colle del vento in Ligurien und auch in den obersten Tertiärschichten bei Saint-Prest im Departement de l'Eure. So außerordentlich weit zurück also finden sich von Menschenhand geformte Kiesel und Knochen mit Einschnitten. — Da die tertiären Kiesel in der Miocenbildung von Thenay die Spuren der Arbeit von Menschen enthalten und auch in dem früheren See von Leance dergleichen aufgefunden worden sind, so müssen wir die dabei betheiligt gewesenen Menschen bis in die Miocenperiode zurück versetzen. Schon bei dem Uebergange aus der zweiten in die dritte Periode der Tertiärzeit finden wir auch die Spuren menschenähnlicher Affen. — In Aegypten sind auf dem Hochplateau am Thale Biban-el-Molux in einer Ausdehnung von 100 Geviertmeilen ebenfalls viele Steinwerkzeuge zerstreut gefunden worden. Im Thale der Somme zwischen Amiens und Abbeville fand Boucher 1847 im Diluvium Steinäxte unter Knochen vorweltlicher Thiere (Rhinozeros, Hippopotamos, Elephant u. a.), bedeckt mit noch zwei anderen nachtertiären Floetzschichten und darüber gut erhaltene Römergräber. Das Menschengeschlecht war also zwei Kälteperioden ausgesetzt. Ed. Collomb schließt aus den zu Infernet bei Toulouse von Noulet gefundenen dreikantigen Steinbeilen auf das Vorhandensein des Menschen vor der alten Vergletscherung der Vogesen.

In der späteren Quaternären oder Diluvialzeit findet man (z. B. in Perigord) Gegenstände mit den eingerissenen Umrissen des Mammuth,

Rennthieres, Auerochsen, einer Antilopenart, dann Halsbänder von Zähnen und Muschelstücken.

Die ersten Spuren des Menschen reichen also sicher vor die Eiszeiten zurück. Dieses wird auch durch andere Funde bestätigt. Man hat in San Isedro in der Nähe von Manzanares unter einer Schicht von Dammerde, Sand und Letten das Skelett eines Elephanten und noch tiefer im Gerölle erst Steinärte aufgefunden, so daß der Mensch in Mitteleuropa noch früher, als der Elephant gelebt haben mag.

Um aber die Frage nach der Abstammung des Menschen wissenschaftlich zu entscheiden ist die genaueste Untersuchung und sorgfältigste Vergleichung aller Ueberreste aus verschiedenen geologischen Perioden allein maßgebend. Wenn wir freilich sehen, wie jetzt noch Millionen von Menschen nach wenigen Jahrzehnten ohne eine Spur ihres Körpers zurückzulassen verschwinden, so muß unsere Hoffnung auf einen entscheidenden Erfolg allerdings sehr herabsinken. Wenn auch die Leichname früher nicht verbrannt worden wären, wie so häufig in ganz vernünftiger Weise geschehen ist, so verwesen bei der oberflächlichen Bestattung die Körper der Menschen sehr bald.*) Noch am ehesten haben sich die leicht dahinrollenden Schädel einer mechanischen Zerstörung entzogen. Nur plötzliche und bedeutende Ueberdeckungen und überhaupt die Abhaltung atmosphärischer Einflüsse konnten die Reste vor gänzlicher Zerstörung schützen. Indeß sind in der neuesten Zeit bei dem Erwachen eines lebhaften Interesses an dem Gegenstande doch schon einige glückliche Funde gemacht worden.

In Florida sind im Meereskalke ein Unterkiefer und andere Bruchstücke von Schädeln, so wie Knochenstücke aufgefunden worden; im Schwemmlande von Neuorleans ein Schädel und Knochenstücke, deren Alter nach ihrer Lagerstätte auf 57000 Jahre geschätzt wird; im Diluvialgerölle bei Amiens ein Unterkiefer und Knochenstücke. Bei Olmnitz hat Prof. Jeitteles einen Schädel gefunden, der im Baue des ersten Backenzahnes und der Zahnwurzeln entschiedene Aehnlichkeit mit dem

*) Die große Menge der Verwesungsgase machen daher die Kirchhöfe, besonders die mit lockerem Boden, nicht selten zu einer sehr lästigen und der Gesundheit nachtheiligen Nachbarschaft. — Was ist übrigens aus den meisten Grabdenkmälern, selbst der klassischen Vorzeit geworden? Diese Zeichen nicht blos der Pietät, sondern auch des Reichthums, der persönlichen Eitelkeit oder einer gränzenlosen Tyrannei, wie sie vorzüglich in den ägyptischen Pyramiden verkörpert sind, sie sind schon verschwunden oder werden verschwinden. Jeder strebe, durch geistige Anstrengung in der Gehirnentwickelung der Nachwelt sich ein monumentum aere perennius zu errichten und so die Unsterblichkeit sich zu sichern.

Orang-Utang und Schimpanse, übrigens aber mit dem Schädel eines Australnegers hat. Bei la Naulette in Belgien ist ein Unterkiefer mit einem Zahnbaue auch von entschiedener Affenähnlichkeit gefunden worden.

In der Nähe von Ângelo (Calvarus County) in Kalifornien hat man einen Menschenschädel in einer Tiefe von 130 Fuß unter der Erdoberfläche aufgefunden, der wol in die Steinzeit zurückreicht. Die Schichten über ihm bestehen von oben nach unten aus 40 Fuß schwarzer Lava, 3 F. Kies, 30 F. helle Lava, 5 F. Kies, 15 F. helle Lava 25 F. Kies, 9 F. dunkelbraune Lava und 5 F. Kies, welcher den Schädel umschloß. Von der genaueren Beschaffenheit dieses Schädels ist mir leider nichts bekannt. Aber im Januar 1869 ist in einer Tiefe von 5,45 Metern im Diluvium mit den Resten von Bos-primigenius, B. moschatus u. a. ein merkwürdiger Menschenschädel aufgefunden worden: die Stirn ist eng und klein, die Seitenwandungen gehen hoch hinauf, die Gehörgänge gehen horizontal, die Oeffnung des Hinterhauptes tritt zurück. Er nähert sich der äthiopischen Rasse.

Aus der eigentlichen Steinzeit sind noch die drei folgenden Schädel: der eine aus einer Höhle des Arnothales bei Florenz, ein zweiter aus einer von St. Engis am linken Ufer der Maas bei Lüttich in Gemeinschaft mit zahlreichen Werkzeugen, bearbeiteten Knochen (Nashorn, Mammuth, Höhlenbär), und ein dritter aus den Marmorbrüchen des Neanderthales zwischen Düsseldorf und Elberfeld an einem vollständigen Skelette etwa 60 Fuß unter dem Flusse Düssel.

Der letzte Fund ist ganz besonders merkwürdig. Der Schädel ist ungewöhnlich groß und dick, der Vorderkopf schmal und niedrig, die kaum zwei Finger breite Stirn und die Schädeldecke sind flach, die Bogen der Augenbraunen sehr stark hervorragend oder aufgewulstet, die Längendimension des Schädels ist stark vorwiegend, ähnlich wie bei den Bewohnern der polynesischen Inseln und Negern, die Knochen sind außerordentlich dick, die Knochenvorsprünge, an denen die Muskeln sich ansetzen, stark entwickelt; einige von den Rippen lassen auf eine gewaltige Kraft der Brustmuskeln schließen.

Heute hat nur die Schädelform bei den Australnegern noch einige Aehnlichkeit mit ihm; aber sein mehr thierisches und affenähnliches Gepräge fällt sehr in die Augen. Es ist übrigens eine Thatsache, daß der Grad der Aufwulstung der Augenbrauenbogen im graden Verhältnisse mit der Wildheit eines Thieres steht. Unser edler Ahne hat also auf einer noch sehr niedrigen Stufe gestanden. Es ist bemerkenswerth, daß Schweinfurth in der Meschera einen Negerstamm gefunden hat mit

niedriger Stirn, kurzen Augenbraunen und einem „unaussprechlich häßlichen Fratzengesicht," welches beim Sprechen zu einem „affenartigen Grimassenspiele" verzogen wird, wol weil die Sprechorgane und der das Sprechen vermittelnde Gehirntheil noch nicht hinreichend gut entwickelt sind und daher auch eine gewisse Anstrengung bei der Anwendung derselben verlangen.

Der Schädel aus der Höhle von Engis hat stark entwickelte Kiefern, die auf eine große Gefräßigkeit hinweisen; er trägt aber nicht eine so stark entwickelte thierische Form.

Menschenreste fand man ferner noch tief im Mergel zu Colle del Vento im Gennesischen; dann auch tief unter Schichten von Kalksinter in den Höhlen von Kent bei Torquay (Devonshire), in Frankreich, Gibralter mit Steinbeilen und Feuersteinmessern. Im Thale von Horne und im Sodenthale fand man in den tieferen Schichten des Torfbodens auch Reste von Menschen, ja ganze Skelette mit Steinwaffen und Thierknochen.

Da man menschliche Ueberreste in den vulkanischen Tuffen der Landschaft Velais aufgefunden hat, so können wir das Auftreten des Menschen in der That noch vor die erste Eiszeit zurückverlegen, wenn auch die Vulkane der Auvergne und Eifel auch noch am Ende der Eiszeit thätig waren; nach der ersten Eiszeit, bei deren Eintritte die großen südlichen Thierformen in Europa untergegangen waren, treten die Menschen als Höhlenbewohner auf noch mit der Hyäne und dem Höhlenbär; nach der zweiten Eiszeit erst mit dem Rennthiere und mit anderen jetzt noch in hohen Breiten lebenden Thieren. Ihre Körperbildung zeigt mit der wieder auflebenden Natur einen entschiedenen Fortschritt: der früher annähernd thierisch geformte Schädel der ältesten Steinzeit bildet sich mehr zu einem Langschädel der afrikanischen Rasse aus; sie durchbohrten zu ihrem Schmucke Muscheln, Zähne, Geweihe, gebrauchten später Hornnadeln, kannten aber noch nicht die Metalle. Dicke Aschenschichten vor den Höhlen, große Haufen von Ueberresten ihrer Mahlzeiten (Austern) und Geräthe zeigen ihre Aufenthaltsorte. Die Instrumente aus der damaligen Zeit, welche jetzt in den Höhlen im südlichen Frankreich aufgefunden werden, gleichen denen der Eskimos; also haben die Menschen der Rennthierzeit unter ähnlichen Verhältnissen bei sehr niedriger Temperatur gelebt. Je weiter die Entwickelung der Erde und mit ihr die der organischen Welt vorschritt, desto mehr näherte sich auch der Mensch mit seinem ganzen Typus und seinen Verrichtungen einer größeren Vollkommenheit. Er bearbeitete nicht mehr blos Steine, sondern auch

Holz und Horn und fing an, seine Todten zu bestatten. In der Höhle von Aurignac am Fuße der Pyrenäen in Frankreich wurden im hintersten Theile derselben die Reste von 17 Menschenskeletten nebst zahlreichen Steininstrumenten (Messer, Pfeilspitzen, Schleudersteine) und außerdem die Knochen von (10) Rennthieren, vom Riesenhirsche, Bison, Pferde, Dachs, Iltis, so wie vom Nashorn, der Hyäne und von einem jungen Mammuth vorgefunden. Nur die Knochen der grasfressenden Thiere fanden sich geöffnet.

Das Rennthier lebte überhaupt nach dem Eintritte der Eiszeit bis zu den Pyrenäen und Alpen (Genf, ganze Schweiz) und in Oberschwaben. Merkwürdig sind noch die Höhlen von Tron de Hiène und von Lombrive, wo man unter der abgesprengten Tropfsteindecke Rennthierknochen und im Lehme die Knochen von Mardern, Füchsen und Hühnern fand. Bei dem allmähligen Verschwinden der Kältezeit zog sich das Rennthier mehr nach Norden zurück.

Menschliche Ueberreste sind in dieser Periode viel häufiger, als in der Steinzeit. Sie erinnern an die heutigen kleinen Lappen und Finnen. Breite Backenknochen, spitzes Kinn, pyramidale Form des kurzen Kopfes, schmächtige Gliedmaßen, schmales Becken, die Stellung der Schneidezähne noch unter einem Winkel wie beim Affen, der hinterste Backenzahn nicht der größte, wie beim Menschen auf einer höheren Bildungsstufe, wo der hinterste Backenzahn auch der Weisheitszahn genannt wird.

Uebrigens aber macht sich neben dieser kleinen Rasse in Schwaben, Genf, Savoyen und in der Auvergne schon eine andere von höherem Wuchse bemerklich.

Weil man in den schweizerischen Pfahlbauten Geräthe von Nephrit auffindet, der nur in Asien vorkommt, weicher als der Feuerstein und grünlich ist und sich leicht poliren und verarbeiten läßt; so scheinen bedeutende Wanderungen stattgefunden zu haben, die ja selbst noch bis in die geschichtliche Zeit reichen.

Jul. Oppert weiset aus sprachlichen Untersuchungen nach, daß die früheste Kultur Hochasiens eine tartarische gewesen sei, daß es seine Bevölkerung von Sibirien aus erhalten hat, was also auch auf eine Völkerströmung von größeren zu geringeren Breiten hinweiset.

Der Umstand, daß der Stein in der Sprache der Khasier im nördlichen Bengalen auch „man“ heißt, wie bei den Celten und daß dieses Wort bei den Ortsnamen in der Bretagne vorkommt, läßt auf eine sehr frühe Verbreitung des Menschengeschlechtes von einem Urstamme aus schließen, dem der Stein das werthvollste und einzige Kulturmittel war.

Da den Celten, einem indogermanischen Völkerstamme, das Metall bereits bekannt war, so ist die Steinzeit vorzeltisch. Aus einzelnen, allen indogermanischen Sprachen angehörigen Wurzelwörtern läßt sich auf eine Stammsprache für alle schließen; als ältester Zweig davon läßt sich das Sanskrit ansehen, dessen Ausbildung allein wol mehr als 10,000 Jahre in Anspruch genommen hat. Die jetzt mehr in Angriff genommenen ethnographischen Untersuchungen werden gewiß noch zu bedeutenden Ergebnissen über die Abstammung und Verbreitung des Menschengeschlechtes führen.

Alle heute noch lebenden Thierarten waren übrigens schon vor der letzten Eisperiode vorhanden, aber es fehlten noch in Europa die später aus Asien eingewanderten, und eine Menge sind ausgestorben oder auch ausgewandert theils während der Eiszeit in südlichere Gegenden, wie die gestreifte Hyäne, das früher in Mitteleuropa lebende Flußpferd; theils nach dem allmähligen Aufhören der Eiszeit in nördlichere, wie das Rennthier, der Eisfuchs, die Lemminge, der Vielfraß. Nach dem allmähligen Aufhören der Eiszeit in Europa trat eine Wanderung der Menschen von Süden (Afrika) her ein.

Man kann es recht gut verfolgen, wie mit dem Fortschreiten der Entwickelung des Erdkörpers auch die organische Welt und namentlich der Mensch zu höheren Stufen gelangt ist. In Dänemark z. B. lebte der Auerochs noch, als dort Fichtenwälder vorhanden waren; auf diese folgten Eichen und dann erst Buchen. In den untergegangenen Fichtenwäldern finden sich blos Steinwaffen, in den Eichenwäldern aber Bronzewaffen und nur in der Tiefe der Hügel sind Rennthierknochen vorhanden.

Da nun in Europa (Griechenland, Frankreich, England), außerdem aber auch noch am Fuße des Himalaya, in Brasilien, bereits 26 Arten fossiler Affen entdeckt worden sind, welche bis an den Ausgang der zweiten Periode der Tertiärzeit zurückreichen, so wollen wir jetzt der ketzerischen Frage von der Abstammung des Menschen vom Affen noch etwas näher zu treten suchen.

Wir wollen gleich mit dem edelsten und wunderbarsten Theile des Organismus, mit dem Gehirne uns beschäftigen, indem die geistige Entwickelung von seiner Beschaffenheit entschieden abhängig ist. Wichtig ist zunächst sein Rauminhalt. Der größte bisher untersuchte Affe ein Gorilla, (am ähnlichsten sind dann Orang-Utang, Chimpanse) hat ein Gehirn von nur 580 Kubikzentimetern, der auf einer niedrigen Kulturstufe stehende Australneger von etwa 1500, der Deutsche durchschnittlich

von 1450 bis 1500 Kubikzentimetern Inhalt; ja selbst die ärmeren Leute späterer Zeiten haben mehr Gehirn als vornehmere früherer Zeiten. Der Unterschied hat nach vielfachen Messungen bis zu 60 Kubikzentimetern betragen. Der Kampf um das Dasein hat bei der Entwickelung zu höherer Vollkommenheit durch den Gebrauch das Gehirn nach und nach mehr vergrößert und vervollkommnet. Das Gehirn des Affen nimmt beim Wachsen des Thieres von 280 Kubikzentimetern bis zur vollständigen Reife nur um 220 Kubikzentimeter zu und hat, wie erwähnt, einen Inhalt von höchstens 580 Kubikzentimetern; aber das menschliche Gehirn nimmt von 400 Kubikzentimetern um mehr als 1000 zu und zwar um 500 schon im ersten Lebensjahre des Kindes, indem es dasselbe zum Begreifen der Außenwelt gebraucht.

Dieses ergibt schon einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen dem jetzigen Menschen und dem jetzigen Affen. Höchst wichtig aber ist es, daß dem Affen derjenige Gehirntheil völlig abgeht, von welchem die artikulirte Sprache abhängt und welcher unter den Augenbraunen zwischen den Augen liegt. Grade dieser Theil fehlt auch den Idioten, welche man Kleinköpfe oder Mikrocephalen nennt (Thiermenschen). Bei ihnen ist der unterste Theil des kleinen Schädels und Gehirns ein menschlicher, der obere aber ein thierischer, namentlich in affenähnlicher Weise gebildet, so daß sie in geistiger Beziehung tief unter dem Menschen eine Stufe zwischen den fast ganz thierischen Kretins und den abrichtungsfähigen Affen einnehmen. Uebrigens sind bei ihnen alle körperlichen Verrichtungen regelrecht, und da sie als Abkömmlinge von gesunden Eltern neben ganz gesunden Geschwistern auftreten, so gehören sie zu jenen merkwürdigen Erscheinungen, durch welche wir auf früher untergegangene Lebensformen gleichsam hingewiesen werden sollen, um den Stammbaum der späteren Geschlechter zu erkennen, nämlich zu den Rückbildungen (Ahnennachbildungen). Uebrigens sind die Kleinköpfe hilflos, ja es fehlt ihnen sogar der Instinkt der Affen und die Möglichkeit zur Selbsterhaltung und Fortpflanzung; es sind Menschen, welche durch eine krankhafte Störung theilweise abgeändert worden sind.

Wenn man in dem berliner anatomischen Museum die Schädel Nr. 8931, 18139 der Kleinköpfe und Nr. 6871 einer achtzehnjährigen Blödsinnigen auch nur oberflächlich ansieht, so tritt sofort die größte Affenähnlichkeit hervor. Nicht minder auffallend ist das Gebiß und die Schädelbildung einiger Peruaner (9910), Mexikaner (15835), Javaneser (10588), einzelner Chinesen (10550), Kaffern, Hottentotten, Neger. Die Schädel der Hindus aber tragen meist ein edles Gepräge.

Es ist eine feststehende Thatsache: je tiefer der Mensch stand, z. B. noch in der Rennthierzeit, und noch steht, desto mehr nähert sich sein Kopf dem des Affen und nur allmählig wird die Stirn steiler, die Schädeldecke dünner, und das Hirn größer.

Von wahrhaft entscheidendem Einflusse ist noch die Untersuchung der Entwickelung aus dem ersten Keime. Wir wollen hierbei noch etwas weiter zurückgehen, weil die Urzeugung eines mikroskopischen Wesens durch polarentgegengesetzte Stoffe ebenso wunderbar ist, als die Entwickelung eines ganzen Organismus wie der des Menschen aus einer befruchteten Keimzelle.

Verschiedene organische Stoffe geben unter Mitwirkung von Wasser und unter dem Zutritte von Luft durch Selbstzeugung, je nach dem Grade der Temperatur, der Lichtstärke, der Jahreszeiten, des Barometerstandes, der Art einer einwirkenden Flüssigkeit auch verschiedene organische Wesen: zuerst erscheinen Monaden (aus Fleisch), deren wol 500 Millionen in einem Wassertropfen platzfinden, dann folgen Bakterien (aus Spargel), Vibrionen, Anguillinen, Paramecien, blumenförmige Vorticellen, Rotiferen, Panicillen (aus Leim). Dabei ist zu bemerken, daß alkalische (oder neutrale) Flüssigkeiten mehr die Entstehung der Thiere, saure die der Pflanzen (Algen, Flechten, Moose, Schwämme) begünstigen und daß die Elektrizität den Prozeß der Entstehung jedenfalls beschleunigt.

Alle Säugethiere mit Einschluß des Menschen beginnen mit der einfachen Zelle, d. i. mit einem kugligen, von einer feinen Haut eingeschlossenen Eiweißklümpchen (beim Menschen von 1/10 Linie Durchmesser), worin ein Kern, das Keimbläschen, ist. Diese von den Moneren sich schon unterscheidende Zelle, welche aber selbst von einem Fischeie auf seiner ersten Entwickelungsstufe sich schwer unterscheiden läßt, theilt sich wiederholt; es wird ein Zellenhäufchen mit drei übereinander liegenden Zellenschichten und erst durch wiederholte, allen Säugethieren gemeinschaftliche Umbildungen treten allmählig die verschiedenen Merkmale hervor, wie sie den Gliederungen in Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten der Thiere entsprechen. — Menschen- und Affenkeim lassen sich sehr lange gar nicht voneinander unterscheiden, wenn es bei anderen Säugethieren auch schon geschieht. In dem Zellenhaufen beginnt aber dann durch Arbeitstheilung eine Sonderung zu verschiedenen Verrichtungen und Zwecken, um die einzelnen Organe zu bilden. Dabei zeigen sich in einzelnen Zügen die Umbildungsprozesse, wie sie die Urahnen durchgemacht haben. Auch der Mensch hat im Embryonalzustande

wie das Lanzettfischchen nur einen knorpligen Rückenstrang mit Mark und erst später entwickelt sich der Vordertheil blasenförmig mit Schädel und Gehirn.

Aus diesen Thatsachen ziehen wir den vollkommen berechtigten Schluß, daß sich alle, auch die ältesten Vorfahren, aus der einfachen Zelle aufgebaut haben, aus einer Zelle, welche sich nährt, wächst, durch Selbsttheilung sich vermehrt, reizbar ist und den Anfang alles organischen Lebens überhaupt bildet.

Daß wir uns in der That dem Herausbilden des Menschen aus niederen Thieren und namentlich dem Vorhandensein auch noch anderer Berührungspunkte zwischen Mensch und Affe nicht verschließen können, zeigen die weiteren Entwickelungen beider in ihrem Fötalzustande. Mit drei Wochen erscheinen am Fötus Kiemenspalten, als wolle er zu einem Fische sich einrichten; mit vier Wochen aber schließen sie sich und wachsen zusammen, mit fünf Wochen ist sein Steiß schwanzartig umgebogen und erst mit zehn Wochen zeigt er sich menschenähnlich; aber der Affenfötus hat bisdahin und selbst später noch vieles Uebereinstimmende. Bis zum dritten Monate ist auch ein Geschlechtsunterschied nicht wahrnehmbar. — Gleichwie die Kinder der verschiedenen Menschenrassen, selbst der Neger und der Weißen, organisch und physisch einander fast vollkommen gleich sind und die Schädelbildung erst später in verschiedener Weise sich verändert, so haben selbst die neugebornen Affen mit den Menschenkindern eine auffallende Uebereinstimmung. Je menschenähnlicher Affen sind, desto hilfloser sind sie im zartesten Alter und ihr ganzes Gebahren hat in allen Beziehungen eine „erschreckende Aehnlichkeit" mit dem eines Menschenkindes. Schädel und Gehirn des anthropoiden Affen und des Menschen, anfänglich wenig voneinander verschieden, werden mit zunehmendem Alter mehr und mehr unähnlich. Bei jenem entwickelt sich Muskulatur und Knochengerüst, bei diesem das Gehirn schneller und besser; jene werden eher Turner, diese eher Denker.

Es ist also, als ob wir durch die in neun Monaten sich vollziehende Geschichte des Menschenfötus hingewiesen werden sollten auf die in vielen Millionen von Jahren hervorgebrachte Entwickelung des anthropoiden Affen und des Menschen aus dem Fische.

Die Frösche und Kröten durchlaufen in ihrem Jugendalter heute noch die Stufen ihrer Vorfahren, aus denen sie innerhalb sehr langer Zeiträume sich entwickelt haben: sie sind zuerst Kiemenlurche, dann Schwanzlurche und zuletzt Froschlurche. Die Urform für alle Wirbelthiere ist wol sicher ein Geschöpf gewesen, welches durch Kiemen athmete. Darauf weiset nicht nur der Umstand hin, daß die ersten Thiere in

den Gewässern der Erde entstanden, sondern auch die Thatsache, daß offene Kiemenspalten bei manchen Wirbelthieren jetzt noch während ihrer ganzen Lebensdauer vorhanden sind, daß sie bei anderen (Schlangen) durch eine Haut verdeckt werden, bei noch anderen (Fröschen) nur in der Jugendperiode vorkommen und endlich nur noch auf eine kurze Zeit des Fötalzustandes zurückgedrängt worden sind.

Reptilien athmen zwar zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, aber die Haut hinter dem Kopfe ist bei ihnen nur dünn, so daß sie leicht zerstört werden kann. Ich habe selbst gesehen, wie ein Frosch (rana esculenta), den eine Hausotter (coluber natrix) im Eifer von hinten erfaßt hatte, mit den Hinterbeinen die Kiemenhaut durchstieß und auf diese Weise im Maule der Otter stecken blieb.

Wenn auch in den Maßen der Extremitäten (Beine und Arme) bei Affen und Menschen manche Verschiedenheiten vorkommen, so ist doch (nach Huxley) die sogenannte Hinterhand des Affen ein wirklicher Fuß und der Menschenfuß kann, wie erwähnt, durch Uebung auch fast wie eine Hand zu verschiedenen Verrichtungen (zum Greifen, Schreiben, Stricken) angepaßt werden. Uebrigens aber unterscheidet sich der Gorilla durch seine Zähne, Hände und Füße weitmehr von den sogenannten Vierhändern als vom Menschen. Die Klammer- und Stummelaffen haben nicht einmal wie er eine Vorderhand, da ihnen der Daumen ganz fehlt oder unentwickelt ist. Wenn Menschen, wie ein Stamm am weißen Nil, lange dünne Arme, magere Beine mit platten Füßen und weit hervorstehenden Fersen haben, so ist dieses eine Abweichung nach der entgegengesetzten Richtung.

Es ist übrigens für unsere Vergleichung die schon gelegentlich angeführte Thatsache nicht ohne Interesse, daß schwarze Affen (Schimpanse, Gorilla) sich nur da finden, wo auch schwarze Menschen wohnen; daß dagegen braune (Gibbon, Orang-Utang) in Asien da leben, wo die chokoladenfarbigen Malayen ihre Heimath haben.

Da wo die Temperatur eine andauernd hohe ist, findet eine geringere Oxydation des Blutes, aber eine vorwaltende Gallenabsonderung in der Leber und eine damit verbundene dunklere Hautfärbung statt. Letztere ist auch auf die Haarbildung von Einfluß. Wenn man durch den Ortwechsel die beiden Organe zu veränderten Verrichtungen zwingt, so treten Erkrankungen leicht ein: der Neger und der Gorilla gehen in kalten Ländern an einer Lungenkrankheit (der Phthisis), der Weiße in den Tropen an einem Gallenfieber leicht zugrunde. Veränderung der klimatischen Verhältnisse und der Nahrungsmittel bringen eine Veränderung im Stoffwechsel und demnach auch eine Abänderung einzelner Organe hervor.

Zu diesen Verhältnissen bei der Vergleichung des Menschen mit dem Affen kommt noch die schiefe Stellung der Schneidezähne bei den Negern und das Hervortreten des Gebisses überhaupt, so daß auch darin eine Annäherung an die Gesichtsform des Affen liegt.

Der menschliche Körper mag wie bei den menschenähnlichen Affen bis auf das Gesicht und die Hände ursprünglich auch mit Haaren bedeckt gewesen sein. Dieses zeigt sich jetzt nicht blos bei den Papuanern, deren Gesicht, Brust, Arme und Beine stark behaart sind, nicht selten auch in Birma, Ostafrika, Südamerika und an einzelnen mehr oder minder bedeutenden Rückfällen zu diesem alten Zustande bei den Kulturvölkern (Julie Pastrana), sondern auch an den die verkümmerten Haarwurzeln bergenden und bei dem Gefühle des Frostes auf dem ganzen Körper aller Menschen hervortretenden kleinen Erhöhungen, gewöhnlich Gänsehaut genannt.

Wenn wir bei Kindern gesunder Eltern einen sogenannten Wolfsrachen oder Haasenscharten finden, so sind dieses eher Hemmungsbildungen als Rückfälle zu untergegangenen Urformen. Es kommen freilich auch Fälle vor, die unser höchstes Erstaunen erregen müssen. Es gibt Menschenherzen mit dem Charakter nicht blos der Herzen von Säugethieren, sondern auch von höheren und niederen Reptilien, von Fischen, ja sogar von Insekten und Krebsen. Manchen Mißgeburten fehlt nicht nur das Herz, sondern auch der Kopf, wie dem schon erwähnten Amphioxus. Ferner können Arme und Beine eine solche Verkümmerung erfahren, daß das Kind die Gestalt eines Seehundes nachahmt (Geoffroy Saint-Hilaire); wir haben dann einen Robbenmenschen. Ja, es gibt Mißgeburten, denen Rumpf und Gliedmaßen ganz fehlen, die also bloße Köpfe, eine Art Cephalopoden, sind.*) — So lebte ferner in Frankreich eine Frau (Dumanche), welcher noch in dem hohen Alter von 80 Jahren mitten auf der Stirn ein förmliches Horn wuchs, gekrümmt und gerippt wie bei einer Ziege. Nach vier Jahren wurde es ihr abgelöst. Jetzt nennt man einen Menschen mit antediluvianischem Verstande nur noch

*) Kopflose Künstler haben sich zu den beflügelten Engelsköpfen vielleicht davon ein Modell genommen. Wenn die phantasiereiche Kunst heute noch Knaben (Mädchen sind ungalanter Weise ausgeschlossen) mit Flügeln darstellt, so denkt sie wol wahrscheinlich nicht daran, daß die Urahnen des Menschengeschlechtes flügelbegabte Rückgratthiere gewesen sein könnten. Es ist eben nur der Ausdrnck eines phantastischen Gefühls. Bei dem überwältigenden Anblicke der raphaelschen Madonna nimmt man die beiden lieblichen Knabengestalten gern mit in dem Kauf, ohne auf ihre drei Flügel sehr zu achten. Wären sie weggeblieben, so würde der Rationalist im Kunstgenusse

scherzweise ein Rhinozeros. Im Berliner anatomischen Museum sind zwei menschliche Hemicephalus-Phötus (Nr. 3104 und 7169) mit einem hornartigen Gewächse vorhanden. Eine Rüsselnase findet sich übrigens auch bei „cyclopischen" Mißgeburten von manchen Thieren, wie beim Hunde und Schweine mitten auf der Stirn, und wem fällt nicht der mit seiner langen Nase höchst possirlich aussehende Kahau ein?

Manche von den untergegangenen Dinosauriern besaßen einen so hochentwickelten Körper, daß sie sich den Säugethieren weit mehr anschlossen als irgend welche Reptilien jüngeren Alters. Die ausgestorbenen Geschöpfe waren also bisweilen höher organisirt, als die überlebenden Ordnungen derselben Klasse. Es hindert uns also nichts, in dem jetzigen Affen einen scheinbaren Rücktritt und in dem Menschen einen wirklichen Fortschritt in der Entwickelung zu erkennen. — Die Neuholländer, Vandiemensländer mit platten, breiten Nasen, horizontal gezogenen Nasenlöchern, weit vorragendem Gebisse, dicken Lippen, mit schlichtem Kopfhaare, starkbehaartem Rumpfe und langen dünnen, auffallend affenähnlichen Gliedmaßen haben eine weit größere Aehnlichkeit mit den amhöchsten entwickelten Affen, als diese zu den niedrig stehenden Affen besitzen; also sind die auf sehr hoher und sehr niedriger Stufe stehenden Menschen einander weit weniger ähnlich, als niedrig stehende Menschen und hoch entwickelte Affen.

Wenn man außerdem die Seelenthätigkeit berücksichtigt und bedenkt, daß es erfahrungsmäßig weit schwieriger, ja fast unmöglich ist, Stämme der niedrigsten Völkerrassen für die Kultur zu gewinnen, als Elephanten, Rennthiere, Kamele, Hunde zu verständigen Gefährten des gebildeten Menschen zu machen; so muß man in der That meinen, daß der Sprung zwischen der niedrigsten zu der höchsten Stufe der Menschenseele weit größer ist, als zwischen einer hoch entwickelten Thier- und der Menschenseele überhaupt. Wenn wir auch imallgemeinen die Behauptung wollen gelten lassen, daß keine Menschenrasse im ausschließlichen Besitze der Fähigkeit zu höherer Vollkommenheit ist, so steht doch erfahrungsmäßig

---

nicht gestört worden sein. — Die kindliche Unschuld und Reinheit des Herzens soll wol fortfliegen von diesem verworfenen Erdenleben? Haltet sie vielmehr hier recht fest. Die sogenannte christliche Kunst wollte, wie jede Verirrung, auch ihre Zeit durchleben; endlich aber sollte man diese doch nur aus einer verirrten Phantasie entsprungene Kunstrichtung verlassen, ebenso wie das meistens auf Lohnarbeit unternommene Schlachtenmalen, da der Stoff jedem menschlich ausgebildeten Zartgefühle hohnspricht. Greift lieber in die Wunder der Natur, in das vielgestaltige Menschenleben und gebt ihm eine künstlerisch ideale Form.

fürjetzt fest, daß die Gehirnentwickelung affenähnlicher Menschen (Botokuden, Andamamen, Buschmänner, Australneger) noch unter der mancher Thiere sich befindet.

Wenn wir nun auch einerseits die hohe Entwickelung der Affenarten bis zum Gorilla, andererseits die Kleinköpfe unter den Menschen betrachten, deren Gehirn kaum die Größe von dem eines Affen oder eines neugeborenen Kindes hat und welche wir als eine Hemmung in der Entwickelung oder auch als eine Rückfallsbildung angesehen haben; so werden wir unter wissenschaftlicher Berücksichtigung der Verschiedenheiten nicht zu dem Schlusse gelangen, daß der Mensch von dem jetzigen Affen oder gar der Affe von dem Menschen abstamme, aber zu der im höchsten Grade wahrscheinlichen, weil naturgemäßen Ansicht, daß der Mensch und der Affe zwei entgegengesetzte Zweige eines und desselben untergegangenen aber bisjetzt noch nicht aufgefundenen Urstammes sind.

Wenn ein Maler weniger zur Erbauung von Gläubigen als zur Belehrung von Wißbegierigen einen der Natur entsprechenden Adam darstellen wollte, so würde er der Wahrheit nahe kommen, wenn er ein wollhaariges klein- und langköpfiges, schiefzahniges, stark behaartes Geschöpf von bräunlicher Farbe mit platter Nase, langen starken Armen, schmächtigem Körperbau und kurzen dünnen, fast wadenlosen Beinen vorführte.

Die fortlaufende Kette zwischen Mensch und Affe zerriß für immer, als das Stammgeschöpf für beide im Kampfe um das Dasein unterging. Es sind in einigen Menschenrassen nur noch einzelne schwache Uebergangsformen übrig geblieben und es arbeiten ja heute noch einzelne durch Macht und Bildung hervorragende Menschenstämme an dem Untergange tiefer stehender, die im Kampfe unterliegen,*) so daß die Kluft zwischen Mensch und Affe immerfort größer wird, zumal dem Affen jetzt noch derjenige Gehirntheil gewiß fehlt, welcher den Menschen zu sprechen befähigt. Er wird selbst den Urmenschen noch gefehlt haben, weil sich aus vergleichenden Sprachforschungen ergibt, daß die Ursprachen sich erst nach der Trennung der verschiedenen Menschenarten entwickelt haben. Dabei ist festzuhalten, daß die Entstehung des Menschen

*) Der Papua-Mensch in Australien, der Hottentotte in Südafrika, der Alfuru in Neuholland, malayische Stamm in Polynesien, der amerikanische Urbewohner. Die Gegner der geschilderten Abstammung des Menschen würden nach dem Aussterben dieser Rassen um so zuversichtlicher auftreten, wenn wir nicht jetzt schon den Stammbaum des Menschen aufstellen könnten.

nicht auf einen einzelnen Punkt der Erde zu beschränken ist. Wie wenig sich nämlich eine bestimmte Thiergattung mit übereinstimmenden allgemeinen Merkmalen auf eine bestimmte Oertlichkeit beschränkt hat, so wenig geschah es auch mit dem Zweige des menschenähnlichen Affen, aus welchem der affenähnliche Mensch und endlich der Mensch selbst sich entwickelte.

Daß wir in den geologischen Bildungen, wenigstens bisjetzt noch nicht alle Uebergangsformen zwischen dem Menschen und dem Affen aufgefunden haben, ist gar kein Grund die angegebene Abstammung des Menschen zu verwerfen; manche der bisher schon aufgefundenen Formen weisen aber auf einen solchen gemeinschaftlichen Stamm hin.

Es erscheint als ein fast lächerlicher Dünkel, wenn man sich durch die obige Annahme gedrückt fühlt. Es wäre in der That gut, wenn alle Menschen in jeder Beziehung ihre Menschenwürde hochhalten und sich nicht zu Affen erniedrigen wollten. Das erlangte Ergebniß soll uns vielmehr ermuthigen, daß wir durch den richtigen Gebrauch des Gehirnes zu einer immer höheren Stufe der Menschenwürde emporklimmen und uns von den leider häufig noch sehr anhaftenden thierischen Erb- und Rückfällen mehr und mehr entfernen, wodurch wir selbst unserem Körper immer edlere Formen verleihen. Eine thierisch geartete Menschenseele drückt meist auch dem Körper ein thierisches Gepräge auf.

Die angeführte Abstammung des Menschen und seine Veredlung durch Anstrengung seiner eigenen Kräfte muß selbst unser sittliches Gefühl weit mehr befriedigen, als die durch nichts gerechtfertigte Annahme, daß er mit allen körperlichen und geistigen Vorzügen ausgerüstet in eine bereits fertige paradiesische Welt gesetzt worden und darin seit dem leidigen Bisse in den Apfel bis zu einem Botokuden oder Vandimensländer herabgesunken, ja unter den zivilisirten Völkern selbst jetzt noch so sehr entartet sei, daß man sogar den neugeborenen Kindern den Teufel auszutreiben für nothwendig hält. Es ist wirklich merkwürdig, was für eine Gewalt gewisse Leute selbst über den Satan haben*) Mephistopheles sagt im Faust in dieser Beziehung:

---

*) Im Jahre des Heils 1870 wurde nach der Salzburger Kirchenzeitung die Teufelsaustreibung an zwei Knaben in folgender Weise vollzogen. Nach der heiligen Messe fing der Priester die vorgeschriebenen Beschwörungen an. Als dieselben begannen, schrie der böse Geist: Ich gehe nicht, ich werde nicht gehen! — Der Exorcist aber fuhr fort und je mehr er dem Teufel zusetzte, desto hartnäckiger bewies sich dieser. Endlich nach einem heftigen zweistündigen Kampfe wurde die Macht des Satans gebrochen. Denn als er den Befehl vernahm, zu weichen im Namen der unbefleckten

„'s ist ein Gesetz der Teufel und Gespenster:
Wo sie hereingeschlüpft, da müssen sie hinaus.
Das erste steht uns frei, beim zweiten sind wir Knechte."

Es wäre unendlich vernünftiger, wenn alle Leute dafür sorgen wollten, daß der Teufel in die Herzen der unschuldigen Kinder nicht hineingebracht würde, denn dann brauchte man ihn nicht auszutreiben. Der Belzebub steckt nur in den Großen.

Wenn der Hund eine höhere Stufe im Thierreiche einnimmt, so ist dieses durchaus nicht sein Verdienst, sondern das des Menschen; was aber der Mensch geworden ist, hat er durch eigene Kraft im härtesten Kampfe um das Dasein mühevoll errungen. Dieses Streben des Menschen nach Vervollkommnung ist selbst in den rohesten Anfängen nicht zu verkennen: man verzehrte die erschlagenen Feinde in der Meinung, daß man deren vortheilhafte Eigenschaften (Kraft, Muth, Tapferkeit) ererbe;*) später begnügte man sich mit deren Mark und Hirn, als den edelsten Bestandtheilen derselben. Als ferner einzelne irgendwie hervorragende Menschen zu höheren Wesen gestempelt und die Begriffe von Gottheiten und Menschen (in der Mythologie) untereinander geworfen wurden, brachte man den Gottheiten u. a. auch Schlachtopfer von Menschen und Thieren, die man dann zu Ehren der Gottheiten verzehrte; noch später trennte man wol die höher hinaufgerückten Menschen als „Heilige" von der eigentlichen Gottheit, aber

---

Jungfrau, so schrie er verzweiflungsvoll: Jetzt ist es denn aus mit mir, ich bin überwunden, ich ziehe fort. Da auf sein Verlangen, in die Schweine, Gänse u. a. fahren zu dürfen, ihm geantwortet wurde: Nein, in den Abgrund der Hölle fährst Du! knirschte er mit den Zähnen, wüthete bei einer Viertelstunde noch im Körper des Kleinen, der sich bäumte und krümmte, wie ein zertretener Wurm. Man sah, wie der böse Geist ein Glied nach dem anderen zu verlassen sich anstrengte; er konnte aus seiner Beute sich beinahe nicht herauswinden u. s. w.

Die in Passau erscheinende Donauzeitung Nr. 135 enthält eine Ehrenerklärung für Frau Ottilie Puma zu Felkesberg wegen Beschuldigung von Hexerei und Zauberei. — Die haarsträubende Blumenlese des Blödsinns anno Christi 1870 ließe sich leider noch ansehnlich vermehren.

*) Bei den Raubthieren hat sich das Gehirn imallgemeinen besser entwickelt, als bei den Grasfressern; der Fuchs muß schlau sein, wenn ihm der nur durch Furchtsamkeit und Schnelligkeit sich auszeichnende Haase als Beute dienen soll. Wenn die Vegetarier durch Generationen ihre Rasse rein hielten und das durch eine rohere Verdauung in Fleisch bereits umgewandelte Gras verschmähten, so würden ihre späten Nachkommen wahrscheinlich auch nicht mehr so schlau sein, als sie selbst es noch sind. Bei dieser Monomanie zur Selbstschädigung könnte man sagen:

Nolenti non fit injuria.

man anthropomorphisirte (wie K. Vogt sagt) die letztere und verzehrte sie im besten Falle wenigstens in symbolischer Weise, um sich selbst gottähnlicher zu machen.

So sehen wir im Laufe der Zeiten zwar ein Streben nach Veredlung, aber die Geschichte beweiset es unwiderleglich, daß alle Völker auf einer nur niedrigen Stufe der Gesittung und Bildung zurückgeblieben sind und auch ferner bleiben werden, welche ihre Veredlung und sogar ihr äußeres Bestehen einer angeblich übernatürlichen Kraft, einem Fatum und Geschick willenlos überlassen oder in eigener Geistesträgheit ihr Seelenheil der Fürsorge eines Vermittlers, ja einer ganzen Schaar solcher nicht mehr unter ihnen vorhandenen Mittelspersonen anvertrauen. Es ist in der That entwürdigend für uns, wenn wir fortwährend als faule Bettler erscheinen und uns zur Erreichung dessen, was wir durch eigene sittliche Kraft zu erlangen uns nicht bemühen, der Fürbitte lebender oder gestorbener Menschen, bisweilen sogar von sehr zweifelhaftem Rufe bedienen. Abgesehen davon, daß ein gerechter Richter durch Betteleien sich nicht bestechen lassen darf, wird das Selbstgefühl des Bettelnden ertödtet. Es ist dagegen ein erhebendes und sittlich uns stärkendes Gefühl, wenn wir sehen, wie hoch der Mensch durch eigene Kraft über dem Thiere steht, aus dem er unfehlbar entsprossen ist. Nur diese Auffassungsweise gibt uns Muth zu weiterem Streben nach immer höheren Zielen, nicht aber der jedes sittliche Gefühl unterdrückende Gedanke, daß unser ganzes menschliches Sein und die bisher erlangte Vollkommenheit ein uns dargebrachtes gnadenreiches Geschenk sein soll und *daß wir durch eigene Kraft gar nichts vermögen.**) Je mehr diese Fäulniß erzeugende Lehre bei einem Volke Eingang gefunden hat, *desto tiefer steht es in seiner ganzen Entwickelung* und desto tiefer sinkt es.

Wie die Kulturverhältnisse nach einer gewissen Richtung hin jetzt noch liegen, so wird selbst mit dem Ende dieses Jahrhunderts leider

---

*) Das ist auch der faulste Fleck im Staatsleben, daß die Völker alles, was sie nach dem Naturrechte aus sich selbst heraus werden wollen, im günstigsten Falle als ein Gnadengeschenk der Machthaber ansehen sollen; sie müssen sich die ihnen naturrechtlich gebührenden Menschenrechte von der Erbpachtsweisheit Schritt für Schritt erbetteln, freilich auch bisweilen erzwingen. Man macht die Völker glauben, daß ihre Zwingherren von Gott eingesetzt seien und jene sind meistens noch hinreichend dumm, um sich unter dieser ehrwürdigen Firma ausbeuten zu lassen. Weil aber die „Landesväter," natürlich mit Ausnahme des Papstes, ebenso sehr den Fehlern ausgesetzt sind, wie alle anderen Menschenkinder, so müssen sie, wenn sie *ihren* Willen mit Gewalt durchsetzen wollen, sich mit Schutzwachen (Hundert-Garden) und Polizeileuten umgeben, und können somit

nicht einmal in Europa das Ende eines so vernunftwidrigen Gebahrens erreicht sein. Die religiösen Schwärmer, namentlich die Orthodoxen aller Religionsrichtungen leiden an einem unheibaren Instinkte, der mit Vernunft nichts gemein hat. Wir können solche Leute als unverbesserlich nur aussterben lassen, müssen aber dafür sorgen, daß sie ihre Mitmenschen so wenig als möglich schädigen und daß die Gehirnthätigkeit unserer Nachkommenschaft eine menschenwürdigere Richtung bekommt. — Eine Hoffnung bleibt doch noch, nämlich die, daß die Vernunftschänder durch den gesunden Sinn, welchen die mächtig aufblühenden Naturwissenschaften im Volke zu wecken den Beruf haben, mehr und mehr in die einsamsten Winkel der Gesellschaft zurückgedrängt werden und daß diejenigen, welche ohne die geringsten Kenntnisse ein entscheidendes Wort mitreden wollen, dem Fluche der Lächerlichkeit verfallen.

Viele Fragen des politischen, religiösen und sozialen Lebens bewegen jetzt nicht blos den einzelnen denkenden Menschen, sondern auch die gewählten und freien Vereine; die besten Männer des Volkes opfern ihre Kräfte, um würdige Ziele für die Menschheit zu erstreben, um den Menschen zum Menschen zu machen, um der Vernunft die Herrschaft zu erringen; aber vergebens sinken wackere Kämpfer ins Grab, vergebens erscheinen neue Geisteshelden, vergebens reiben auch sie ihre Kräfte auf gegen die Bornirtheit. Die Welt soll zurück! Ja, sie würde zurückgehen, wenn es nach dem Willen Einzelner ginge.

Man muß es im hohen Grade bedauern, daß selbst Männer der Wissenschaft, denen aber Naturstudien vonjeher fern gelegen haben, schon bei dem Worte „Materialismus“ von einem gewissen Grauen erfüllt werden und es nicht über sich gewinnen können, den dahin gehörigen Arbeiten eine größere Aufmerksamkeit zu schenken.*) Es genügt ihnen, mit souveräner Verachtung auf die Leistungen von Darwin, Huxley, Häckel, Vogt, Schleiden, Mayer, Thomson, Joule, Tyndal, Grove, Lamark, Moleschott, Faraday, Virchow, Owen, Lyell, Wallace, Büchner,

---

nicht sorgenfrei ihr Haupt in den Schooß des niedrigsten von ihren „Unterthanen“ legen. Wie leicht aber wäre es für sie unter menschlich herangebildeten „Staatsbürgern“ sicher, ruhig und glücklich zu leben. Sie brauchten sich gar nicht so sehr um das Wohl des vielköpfigen Ungeheuers — genannt Volk — abzuquälen. Welche es nicht thun, die leben glücklicher und lassen auch das Volk sein Glück sich selbst schmieden. Ein gebildetes Volk ist sein eigener Vormund, ein dummes wird nie 21 Jahre alt.

*) Ein scharfer Beobachter glaubt bemerkt zu haben, daß diejenigen, welche so blindlings gegen den Materialismus eifern, ihrer materiellen Erscheinung nach gerade nicht zu den ätherischen Wesen zu rechnen sind.

Helmholz, du Bois Reymond, Clausius und vieler Anderer herabzusehen. Sie üben gegenwärtig noch durch das Gewicht ihres sonstigen und bisweilen wol auch berechtigten Ansehens einen höchst nachtheiligen Einfluß aus auf die Klärung der Anschauungen nicht nur der großen Menge, sondern auch vieler Gebildeten. Man wird in Zukunft nicht wenig erstaunen, daß jetzt noch ein großer Theil derjenigen, welche sich zu den Gebildeten rechnen, geistig doch so verkommen ist, daß er es nicht einmal der Mühe werth erachtet, von den unleugbaren Ergebnissen der Naturwissenschaften auch nur oberflächlich Kenntniß zu nehmen; sie werfen verächtlich ein Buch selbst dann beiseite, wenn es hergebrachten Ideen mit thatsächlichen Ergebnissen der Forschungen entgegentritt.

Die Wissenschaft muß sich losmachen vor Allem von dem Gängelbande der professionellen Theologie und mit Kühnheit vorwärtsgehen für die Wahrheit gegen die Glaubensphantome; denn die bisher meist zaghafte Zurückhaltung der Gelehrten verleiht den Stockgläubigen nur eine um so größere Dreistigkeit zur Verfolgung der Wissenschaft. Die Wahrheit allein ist die poetische Seite der Naturforschung und wer gegen ihre Thatsachen kämpft, zeigt die keckste Verleugnung des Menschenverstandes. „Licht mehr Licht" für Alle, müssen wir den Machthabern zurufen? Bei der leider meist sehr einseitigen, häufig wesentlich militairischen Erziehung derjenigen, welche zufolge ihrer Abstammung die Geschicke ganzer Völker in die Hand nehmen, bisweilen in sehr jugendlichem Alter, aber schon geschmückt mit den höchsten Orden auf ihren Stabsuniformen, ist es durchaus nicht befremdlich, daß die Völker sehr lange zu ringen haben, ehe sie als Gesammtheit in die höheren Stadien des Menschenthums eintreten. Es sind nur wenige, die, wie Friedrich der Große, so viele Zeit gewinnen, auch in eine Schule zu gehen und dort das Exercitium mit den Verstandeswaffen sich anzuhören.*)

Die Naturwissenschaften haben also noch einen harten Kampf zu kämpfen sowohl gegen Blinde als auch gegen Schielende; aber sie erheben, obwohl die Schule sie ziemlich verkümmern läßt, immer mehr und mehr mit gerechtem Stolze ihr Haupt. Sie zeigen der Menschheit, ohne daß sie über der Lösung der sozialen Fragen sich wahnwitzig zu zerfleischen braucht, durch die ewig wahren und ewig giltigen Gesetze, welche mit der strengsten Ordnung des Ganzen die größte

*) Um die Wissenschaft hoffähiger zu machen, ließ sich Alex. v. Humboldt zum Kammerherrn herab. Dazu ist nicht stets günstige Gelegenheit. Für Göthe war in Weimar ein selten vortheilhafter Wirkungskreis. Der Philosoph von Sanssouci war in dieser Beziehung ein Eklektiker.

Freiheit des Einzelnwesens verbinden, klar das ihr vorgesteckte Ziel, das nicht auf den geistigen Tod gerichtet ist.

Möge der Genius der Menschheit sich an diesen Rettungsanker halten, damit er als ein Phönix aus dem Moder der Gegenwart emporsteige.

Schluß zum dritten Theile.

Wenn wir die paläontologische Entwickelung der organischen Welt überhaupt und der Säugethiere insbesondere verfolgen; wenn wir sehen wie bei dem Wettkampfe um die Lebensbedürfnisse und gegen die Natureinflüsse die Organismen je nach ihrer Lebens- und Ernährungsweise veränderlich sind; wie erlangte Eigenthümlichkeiten durch Fortpflanzung sich zeitweise und so lange befestigen, als jene Bedingungen fortdauern, wenn wir ferner dabei durch die vergleichende Anatomie neben der äußeren Gestalt vorzüglich den inneren Bau der Lebewesen mehr und mehr erschließen und so die mannichfachen Uebergänge erkennen, die sich sogar während der Entwickelung eines Einzelnwesens wiederholen: so kann man sich der Ueberzeugung nicht verschließen, daß der Zusammenhang der Erscheinungsformen in der ganzen organischen Welt nur aus der natürlichen Abstammungslehre erklärlich ist und darf die Hoffnung hegen, daß es einst gelingen wird, den Stammbaum eines hochadligen Geschlechtes, nämlich des Menschengeschlechtes, aus diesen Bedingungen und den alten, unverfälschten Chroniken des Erdkörpers, namentlich aus den in feinen tiefen Gräbern befindlichen Versteinerungen, welche schon Xenokrates nicht als bloße „Naturspiele" erkannte, mit großer Sicherheit aufzustellen. Ich will hier nach den Darstellungen von Huxley und Häckel schließlich einen schwachen Versuch dazu machen, der freilich auf bedeutende Ergänzungen wartet, immerhin aber zu einer oberflächlichen Uebersicht der natürlichen Geschichte des Menschen geeignet sein dürfte.

Jeder einzelne von den fünf Stämmen des Thierreiches geht jetzt noch von einer höchst einfachen Wurzel und zwar von einem Lebensgebilde aus kaum von dem Werthe einer einfachen Zelle; warum sollen sich nicht auch alle diese fünf einfachen Stammformen auf eine einzige Urform, eine **Monere**, zurückführen lassen? Wir haben dann:

I. Pflanzenthiere.	a) Seesterne,
II. Pflanzen.	b) Seeigel,
III. Thiere, und zwar	c) Medusen,
IV. Strahlthiere:	d) Polypen u. a.

V. Weichthiere:
  a) Schnecken,
  b) Muscheln,
  c) Spiralkiemer (Brachiopoden),
  d) Moosthiere.

VI. Gliederthiere.
  a) Insekten,
  b) Spinnen,
  c) Tausendfüßchen,
  d) Krebse.

VII. Wirbelthiere:
  A. Röhrenherzen (Lanzettfischchen),
  B. Unpaarnasen (Lampreten),
  C. Fische (Paarnasen).
    a) Urfische, Salachier,
    b) Schmelzfische, Ganoiden,
    c) Knochenfische, Teleostier,
  D. Lurchfische, (Lepidosiren, Protopterus).
  E. Echte Lurche, Amphibien.
    a) Panzerlurche,
    b) Nacktlurche:
      α. Kiemenlurche (Proteus),
      β. Schwanzlurche,
      γ. Frösche.
  F. Schleicher, Reptilien:
    der Vorwelt:
    a) Seesaurier,
      α. Sinosaurier,
      β. Plesiosaurier,
      γ. Ichthyosaurier.
    b) Landsaurier,
      α. Dinosaurier (Megalosaurus),
      β. Landdrachen (Pterodactylus) u. a.;
    der Jetztwelt:
    a) Schlangen,
    b) Eidechsen,
    c) Krokodile,
    d) Schildkröten.
  G. Vögel.
  H. Säugethiere.
    a) Schnabelthier.
      α. Wasserschnabelthier,
      β. Landschnabelthier.
    b) Beutelthier.
      α. Wasserbeutelthier,
      β. Landbeutelthier.
    c) Placentalthiere.
      α) Zottenplacentalthiere der Vorzeit:
        1. Makrotherium,
        2. Megatherium,
        3. Mylodon;
      der Jetztzeit:
        1. Zahnlücker:
          1. Ameisenfresser,
          2. Faulthier,
          3. Schuppenthier,
          4. Gürtelthier.
        2. Hufthiere:
          1. Einhufer,
          2. Zweihufer (Wiederkäuer),
          3. Vielhufer (Dickhäuter),
            α. Schwein,
            β. Nashorn,
            γ. Flußpferd.
            Uebergang zu
        3. Wale:
          1. Echte Walfische,

2. Delphine,
3. Seeschweine,
4. Tümmler,
5. Seekuh.

β) Zonenplacentalthiere.

a) Seeraubthiere:
1. Seehund,
2. Seebär,
3. Seelöwe,
4. Walrosse,
Zwischenglieder: Fisch=, Seeotter.

b) Landraubthiere:
1. Hunde,
2. Bären,
3. Katzen,
4. Dachse.

γ) Scheibenplacentalthiere:

a) Nagethiere,
1. Hasen,
2. Eichhörnchen,
3. Mäuse,
4. Stachelschwein.

b) Insektenfresser.
1. Maulwurf,
2. Igel,
3. Spitzmaus u. a.

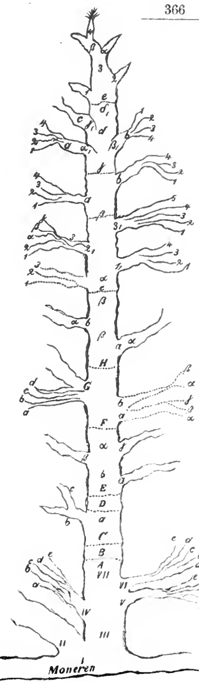
c) Fledermäuse, insektenfressende, früchtefressende.

d) Halbaffen.
α. das Fingerthier von Madagaskar schließt sich an die Nagethiere;
β. die Ohraffen oder Koboldaffen an die Insektenfresser;
γ. die Pelzflatterer der Sundainseln an die Fledermäuse;
δ. die Lori, Indri und Maki an

e) die echten Affen:
1. Korallenaffen (Seidenäffchen),
2. Plattnasen der Neuen Welt: Brüllaffen, Eichhornaffen, Klammeraffen, Kapuzineraffen.
3. Schmalnasen der Alten Welt
α. geschwänzte: Pavian, Meerkatze, Schlankaffe;
β. ungeschwänzte: Gibbon, Orang, Schimpanse, Gorilla.
4. Der Urmensch.

Die nachstehende Zeichnung Fig. 9 mit den Buchstaben und Ziffern dieser Tabelle enthält übersichtlich den Stammbaum der organischen Welt überhaupt und den des Menschen insbesondere, namentlich innerhalb der Wirbelthiere. Die Organisationsstufen in dieser Gränze würden in aufsteigender Folge sein: Röhrenherzen, Urfische (Hai), Amphibien (Kiemenlurch), Landsaurier, Schnabelthier, Beutelthier, Nagethier, Halbaffe, echter Affe, Schmalnase, ungeschwänzter Affe, Urmensch.

Archäologie, Ethnologie, vergleichende Sprachkunde und Anatomie werden künftig auch den obersten Zweig dieses Baumes in seiner Verästelung noch näher bestimmen lassen. Freilich wird man wol schwerlich zu einer ähnlichen Genauigkeit gelangen, wie sie der von Abraham ausgehende Stammbaum angibt. Die Zukunft wird uns aber



befähigen, auch für andere Thier- und Pflanzengeschlechter eine genauere natürliche Genealogie aufzustellen, als es bisjetzt möglich ist.

Der ausgestorbene Urmensch, noch ohne Sprache, war wahrscheinlich ein wollhaariger, schiefzahniger Langkopf, hatte eine dunkelbräunliche oder schwärzliche Hautfarbe, lange, starke Arme, kurze, dünne Beine, einen starken Körper. Ihm zunächst stand der erst kürzlich (d. 3. März 1869) von der Erde verschwundene Papuamensch auf Vandiemensland.

Die Hottentotten und Buschmänner Südafrikas sind vielleicht ein Zweig davon und bilden den Uebergang zu dem langköpfigen äthiopischen Menschen, dem echten Neger. Der Alfurumensch in Neuholland mit straffem Haare steht sehr niedrig und schließt sich an den Papuamensch als ein zweiter Zweig des Urmenschen an; an ihn selbst aber der malaysche (polynesische) Mensch auf Neuseeland, Otaheiti und anderen Inseln mit einem Mittelkopfe. Der mongolische (tura-

nische) Mensch mit breitem kurzem Schädel und schwarzem schlichtem Haare gab wol den Stamm zu dem Polarmenschen (Eskimos) oder vielmehr umgekehrt. Der amerikanische rothe Mensch ist wahrscheinlich ein Zweig des mongolischen, wie dieser aus dem malayschen entsproß. Der kaukasische weiße Mensch hat sich in der Alten Welt wahrscheinlich aus dem malayschen Stamme unter günstigen Bedingungen entwickelt.

Wenn, wie zu erwarten, noch die Hottentotten, Alfuruneger, die amerikanischen Rothhäute und malayschen Menschen ausgestorben sein werden, so wird es noch mehr als jetzt an Zwischengliedern zur Bestimmung der Uebergänge fehlen.

Bemerkung.

Nachdem die obige Darstellung bishierher bereits druckreif war, bekam ich die soeben erschienene zweite Auflage von Häckels „Natürlicher Schöpfungsgeschichte" in die Hand.

Dieses klassische Werk, welches sich blos mit der Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde beschäftigt, würde mir zwar eine vortreffliche Gelegenheit zu manchen Erweiterungen und noch besseren Begründungen auch des menschlichen Stammbaumes geben; ich muß aber, um den weiteren Druck meines Buches nicht zu hemmen, für jetzt darauf verzichten. Zur Beruhigung der Leser desselben will ich nur hinzufügen, daß wir die oben gegebene Anschauungsweise im Großen und Ganzen durchaus festhalten dürfen.

Bei dieser Gelegenheit bemerke ich noch, daß das, was ich Seite 302 noch lange vor dem Ausbruch des jetzigen französisch-deutschen Krieges von Napoleon I. gesagt habe, auch von Napoleon III. gilt, nur daß sein Charakter weit verächtlicher ist. Die Deutschen führen jetzt einen „Kampf ums menschliche Dasein" gegen die bestialische Natur eines rohen Angriffes, er wird aber hoffentlich nicht wenig beitragen zur Menschwerdung der Menschheit.

Vierter Theil.

Die Einheit aller Naturkräfte.

Einleitung.

> Je tiefer man eindringt in das Wesen der Naturkräfte, desto mehr erkennt man den Zusammenhang von Phänomenen, die, lange vereinzelt und oberflächlich betrachtet, jeder Anreihung zu widerstehen schienen.
>
> Alex. v. Humboldt.

Es sind uns für alle Zweige der Naturwissenschaft theils durch unsere Sinne, theils durch die anzuwendenden Hilfsmittel gewisse Gränzen gesetzt worden, bei deren Ueberschreitung durch bloße Schlüsse man in die Gefahr kommen kann, in den Augen der Uneingeweihten als Phantast zu erscheinen.

In der That haben die früheren philosophischen Schulen der Naturwissenschaft wenig genutzt. Frappantes Wortgeklingel umstrickte bei dem angeblichen Denken den Geist, so daß der klare Verstand eines Laien an sich selbst hätte verzweifeln mögen. Diese sogenannten philosophischen Schulen sind ein hoffentlich fürimmer überwundener Standpunkt. Soll die spekulative Naturforschung, welche sich mit dem Wesen der Erscheinungen und mit den sie hervorbringenden Kräften beschäftigt, nicht zu einer Spielerei mit bloßen Phantasiegebilden ausarten, sondern die Wissenschaft wahrhaft fördern und uns auf dem Wege der Erkenntniß weiter einführen in die geheime Werkstätte der Natur, so muß dieselbe sich auf zweifellose Thatsachen stützen. Wir dürfen andererseits freilich niemals hoffen, alles Walten in der Natur unserem leiblichen Auge

bloßgelegt zu sehen, denn je mehr wir forschen, desto mehr erweitert sich unser Blick für immer größere Tiefen des unendlichen Gebietes und desto mehr steigert sich zwar der nie alternde Reiz nach größerer Erkenntniß; aber wir müssen der spekulativen Seite der Naturforschung Zügel und Zaum anlegen, damit sie mit uns sich nicht in wesenlose Gebiete verirre.

A. v. Humboldt hat mit seinem klaren, tiefdringenden und umfassenden Geiste die Fortschritte der Naturwissenschaften in dem diesem Theile voranstehenden Motto sehr treffend angedeutet, aber die Wissenschaft hatte zu seiner Zeit noch nicht alle die Thatsachen festgestellt, welche geeignet gewesen wären, theils das Wesen und den Zusammenhang der verschiedenartigen Erscheinungen anzugeben, theils die Natur der Kräfte zu untersuchen, welche alle die unendlich mannigfaltigen Erscheinungen hervorbringen.

Der Fortschritt der Wissenschaft wird es mir hoffentlich möglich machen, in diesem Theile der Schrift alle Erscheinungen, so geheimnißvoll sie auch auftreten mögen, als Bewegungen einer gewissen Art und alle Kraftäußerungen als den Ausfluß einer einzigen Naturkraft nachzuweisen. Die neueren Untersuchungen haben mir keine Veranlassung gegeben, die bereits im Jahre 1855 in einer kleinen Schrift*) und schon früher (1852) in der ersten Auflage des Grundrisses der Physik niedergelegten Grundgedanken zu einer neuen Theorie des Magnetismus und der Elektrizität aufzugeben, sondern sie haben mich in der Richtigkeit der damaligen Auffassung noch bestärkt. Wenn auch in Betreff des Lichtes, der Wärme und des Chemismus heute wol kein Mann der Wissenschaft an der Natur der Erscheinungen als verschiedener Bewegungsformen verschiedener Stoffe noch einen Zweifel hegt; so will ich doch in dieser für weitere Leserkreise bestimmten Schrift des Zusammenhanges und richtigen Verständnisses wegen alle diese Erscheinungen theils

*) Gemeinschaftliche Prinzipien für die Erscheinungen des Schalles, des Lichtes, der Wärme, des Magnetismus und der Elektrizität. Schon früher hatte ich als Provinzler an Poggendorff eine kleine Abhandlung für seine Annalen über dieses Thema eingeschickt. Sie ist ungeachtet wiederholter, auch durch H. W. Dove, den ich darum ersuchte, übernommener Mahnungen weder erschienen, noch mir auf mein Verlangen zurückgegeben worden. Ist man doch 1868 so weit gegangen, sich an die Inhaber der Königl. privilegirten (vossischen) Zeitung, in deren wissenschaftlichem Sonntagsblatte mit großem Interesse gelesene Artikel von mir standen, zu wenden und sie zu bedeuten, daß sie durch weitere Aufnahme meiner Schriftstücke ihrem Blatte schaden würden. Das ist wissenschaftliche Moral! Berlin muß doch auch seinen Agassiz und Le Verier haben!

für sich, theils in ihren so höchst merkwürdigen Wechselbeziehungen betrachten.

Inbetreff der Kräfte haben die Naturphilosophen verschiedener Zeiten ahnungsvoll die Erwartung ausgesprochen, daß es noch einmal gelingen werde, alle noch so mannigfaltigen und verwickelten Erscheinungen in der ganzen Natur als den Ausfluß einer einzigen Kraft zu erkennen und selbst die Gegensätze von Anziehung und Abstoßung, von Central- und Fliehkraft durch sie zu einer Einheit zu verbinden. Wenn selbst der geistvolle Entdecker der unfehlbaren Gravitationsgesetze sich gestehen mußte, er wisse nicht, was die Gravitation sei, welche durch den ganzen Weltraum durchgreifend herrscht; so kann es allerdings gewagt erscheinen, die einheitliche Kraftquelle nicht blos für diese, sondern auch für alle übrigen Erscheinungen aufsuchen zu wollen; aber ich will hier, wie schon früher in einer kleinen Schrift von 2½ Bogen*) den Versuch dazu machen selbst auf die Gefahr hin, daß ich das Mißfallen derjenigen errege, welchen gar nichts daran liegt, den Schleier der Isis gelüftet zu sehen oder derjenigen, denen das Glauben über allem Wissen steht.

1. Arten der Bewegungen imallgemeinen.

Ich muß den Leser bitten, mit mir über einige trockene, scheinbar unfruchtbare Klippen zu steigen, um dadurch die rechte Aussicht auf das weitere Feld unserer Untersuchungen zu gewinnen. Um indessen die Ermüdung bei dem durch die Natur des Stoffes allerdings gebotenen etwas tieferen Eindringen möglichst zu vermeiden, will ich mich überall auf das Hauptsächlichste beschränken, aber nicht ohne die Hoffnung, daß dessen ungeachtet der Lohn der Ueberzeugung am Schlusse des Werkes hervortreten wird, so daß wir dann mit klarem Auge das ganze Naturleben überblicken können.

Zur Vermittelung eines klaren Verständnisses der folgenden Betrachtungen ist es zunächst erforderlich, die verschiedenen Arten von Bewegungen anzuführen; es gibt:

1) eine fortschreitende Bewegung, bei welcher alle materiell gedachten Punkte eines Körpers ihren Ort verlassen und entweder in offenen (graden, krummen) oder geschlossenen Bahnen sich bewegen, ohne auf demselben Wege zurückzukehren (gradlinige, krummlinige, zirkulirende Bewegung);

*) Die Einheit der Naturkräfte. Berlin 1868.

2) eine **drehende**, rotirende, um eine durch den Körper gehende grade Linie, von welcher alle seine Punkte in derselben Entfernung bleiben;

3, eine **schwingende** oder oszillirende, wobei er in abwechselndem Hin- und Rückgange innerhalb gewisser Gränzen stets dieselbe Bahn wiederholt zurücklegt.

Die oszillirende Bewegung kann sich entweder auf den ganzen Körper beziehen oder nur auf seine kleinsten Massentheile und in dem letzten Falle können die einzelnen Theile des Körpers selbst eine fortschreitende Bewegung haben, wodurch sie die Dichtigkeit des Körpers ändern, oder sie können jeder nur um einen gewissen Punkt des Theilchens, als um seinen Gleichgewichtspunkt, schwingen, so daß die schwingende Bewegung die Dichtigkeit des Körpers an keiner Stelle ändert.

Vonselbst ändert ein Körper seine Beschaffenheit, seine Gestalt oder seinen auf Ruhe und Bewegung sich beziehenden Zustand nicht, sondern nur durch eine vonaußen kommende Einwirkung. Die Ursachen zu jenen Veränderungen nennen wir **Kräfte**.

Von der Zeitdauer und der Art der Einwirkung der Kräfte hängt die Geschwindigkeit und Bewegungsart der Körper oder Körpertheile ab, auf welche diese Einwirkung erfolgte. Wirkt eine Kraft nur in einem untheilbar gedachten Augenblicke, oder **momentan**, so ertheilt sie, falls nicht ein Hinderniß (eine entgegen wirkende Kraft) irgend einer Art vorhanden ist, dem Körper (für alle Zukunft) eine **gleichmäßige** Geschwindigkeit in einer gradlinigen Bahn. Wenn die Kraft dauernd oder **kontinuirlich** einwirkt, so kann sie in ihrer Stärke sich entweder gleich bleiben, **konstant** sein oder **veränderlich** gedacht werden. Dann wird die Bewegung des Körpers eine **ungleichmäßige** und zwar beschleunigte oder verzögerte; aber die Beschleunigung, so wie die Verzögerung können selbst wieder gleimäßig oder ungleichmäßig sein.

Durch das Zusammenwirken von zwei oder mehren Kräften, die nach ihrer Größe und Richtung sehr mannigfach sein können, ergeben sich in der Natur außerordentlich zusammengesetzte Bewegungen. Auch nicht eine Bewegung ist das Ergebniß nur einer Kraft. Für uns haben in diesem Theile des Buches die schwingenden Bewegungen eine besondere Wichtigkeit.

Denken wir uns, daß eine Kraft von einem bestimmten Punkte a aus auf einen schwer gedachten Punkt b fortwährend (kontinuirlich) und mit unveränderlicher Stärke (konstant) anziehend wirkt; so muß der Punkt fortwährend Schwingungen machen. Der erste momentane Antrieb der Kraft würde b schon zu a führen und zwar mit gleichmäßiger Geschwin-

digkeit; aber durch die fortwährende Wirksamkeit der Kraft wird die Geschwindigkeit des b gleichmäßig beschleunigt. Ist b in a angekommen, so geht es nach dem Beharrungsvermögen darüber hinaus; aber seine Geschwindigkeit wird durch die von a aus rückwirkende Kraft, gleichmäßig verzögert und endlich aufgehoben. Nun muß b wegen der fortdauernden Einwirkung der Kraft a den Rückweg antreten, es bewegt sich mit gleichmäßig beschleunigter bis a und entfernt sich von da bis zu seinem Ausgangspunkte b mit gleichmäßig verzögerter Geschwindigkeit. So hat nun b eine ganze Schwingung zurückgelegt, welche aus vier Theilen besteht, von denen zwei auf den Hinweg und zwei auf den Rückweg kommen; der erste und dritte Theil hat eine gleichmäßig beschleunigte, der zweite und vierte eine gleichmäßig verzögerte Geschwindigkeit.

Zwei Punkte befinden sich in einer gleichen Schwingungsphase, wenn sie während ihrer Schwingungen gleichzeitig die gleichvielten Theile ihrer Schwingung vollziehen, die Bewegungsrichtung beider also dieselbe ist; legte aber der eine Punkt bei seiner Schwingung die Theile 3 und 4 zurück, während der andere 1 und 2 vollendet, so wären die Schwingungsphasen entgegengesetzte. — In allen Fällen, in welchen sich die Richtung der Einwirkung der bewegenden Kraft auf den beweglichen Punkt ändert, wie z. B. bei dem Pendelkörper einer Pendeluhr, wobei die Gravitation zur Erde wirksam ist, geschehen die Schwingungen zwar auch in ähnlicher Weise, aber in krummlinigen Bahnen und die Beschleunigungen wie die Verzögerungen sind ungleichmäßig.

Wenn bei einem Körper, dessen Theilchen ihre bestimmte Lage gegeneinander festhalten wollen, durch eine äußere Kraft diese Lage ohne Unterbrechung ihres Zusammenhanges verändert wird (z. B. beim Seitwärtsziehen einer angespannten Saite), wobei natürlich vorausgesetzt wird, daß die das Gleichgewicht störende Kraft für jeden Stoff eine gewisse Gränze nicht übersteigt; so bewirkt die aus den Kräften für jeden einzelnen Punkt sich ergebende Mittelkraft ebenfalls eine schwingende Bewegung.

Es ist zur klaren Auffassung der Schwingungserscheinungen endlich noch nothwendig, theils die Körperformen auf welche sich die Schwingungen beziehen, theils die Richtung der schwingenden Bewegung gegen die Abmessungen der Körper näher zu bezeichnen.

Die Körper zerfallen inbetreff ihrer Abmessungen insofern bei ihnen Schwingungen inbetracht kommen:

1) in solche, bei denen eine Abmessung wesentlich überwiegt, welche man linienförmige nennen kann, wie Saiten (an beiden Enden durch

feste Körper gehalten und gespannt), Drähte oder Stäbe (an beiden Enden oder auch nur an dem einen befestigt), Luftsäulen, die entweder an beiden Enden oder auch nur an dem einen mit der äußeren Luft in Verbindung und durch sie gespannt sind (offene und gedeckte Pfeifen);

2) in solche, bei denen zwei Dimensionen überwiegen, sie mögen starre Scheiben (ebene oder gekrümmte) oder biegsame Häute, oder die Spiegel von Flüssigkeiten sein: flächenförmige Körper;

3) in solche, bei denen keine der drei Abmessungen bedeutend überwiegt: massenförmige Körper, wie etwa ein Ambos, die Atmosphäre, der Aether im Weltraum.

In diesen Beziehungen ist auch die Richtung der schwingenden Bewegung verschieden, sie kann nämlich sein:

1) senkrecht auf der Hauptrichtung oder den Hauptrichtungen des Körpers: Querschwingungen, wie z. B. wenn eine gespannte Saite seitwärts gezogen, auf eine Scheibe senkrecht geschlagen oder ein Körper lothrecht auf einen ruhenden Wasserspiegel herabgelassen wird;

2) die Schwingungen können in der Hauptrichtung des Körpers so geschehen, daß jedes Theilchen in ihr hin und her schwingt: Längenschwingungen, wie z. B. bei Luftsäulen einer Pfeife, oder wenn man eine recht lange Saite unter einem sehr spitzen Winkel anstreicht;

3) können die Schwingungen um die Längenaxe eines Körpers in Bogen pendelartig stattfinden: drehende Schwingungen.

Schwingungen erscheinen bei festen Körpern zufolge der Elastizität, bei tropfbarflüssigen wegen des Bestrebens eine horizontale obere Begränzungsfläche, das Niveau, zu bilden und bei luftigen so wie beim Weltäther zufolge des Bestrebens sich durch den allseitigen Druck überallhin ins Gleichgewicht zu setzen. Ist dieses Gleichgewicht in einem der Fälle gestört, so wird es durch schwingende Bewegungen der Theilchen sofort wieder hergestellt.

Die Schwingungskraft oder die Kraft der Schwingung eines Körpers oder eines Körpertheiles hängt in gradem Verhältnisse ab von seiner Masse und von der in seinem Ruhe- oder Gleichgewichtspunkte während der Schwingung erlangten Geschwindigkeit. Die letztere wächst unter drei Bedingungen:

1) bei Vermehrung der Anzahl von Schwingungen in einer gewissen Zeiteinheit während die Weite unverändert bleibt;

2) bei Vermehrung der Weite der Schwingungen während die Anzahl für eine bestimmte Zeiteinheit sich nicht ändert;

3) wenn die Anzahl und Weite der Schwingungen sich gleichzeitig vergrößern.

Außerdem kommt es bei der Beurtheilung der aus der Schwingung eines bestimmten Massentheilchens sich ergebenden Kraft noch darauf an, ob dasselbe als Ganzes bei den Schwingungen eine fortschreitende Bewegung hat, oder ob es nur um einen seiner Punkte als einen Gleichgewichtspunkt schwingt ohne seinen Ort zu verlassen. Unter besonderen Umständen kann Beides eintreten.

Diese so höchst einfachen Grundsätze werden wir für die Beurtheilung der vorzüglich in den Erscheinungen der Wärme und Elektrizität hervortretenden Kräfte nutzbar machen; sie haben übrigens aber eine vollkommen allgemeine Giltigkeit, z. B. auch für Schall und Licht.

Wenn ein Körper nicht als Ganzes schwingt, sondern wenn seine vielleicht auch nur außerordentlich kleinen Massentheilchen in schwingenden Bewegungen sich befinden, so wird dadurch die Gestalt des Körpers verändert. Diejenigen Körpertheile, welche zwischen anderen in einem bestimmten Augenblicke in der Gleichgewichtslage verharrenden, gleichzeitig nach einerlei Ziel oder in einerlei Richtung mit abwechselndem einmaligen Hin- und Rückgange oder in einer ganzen Schwingung sich bewegen und dadurch dem Körper eine bestimmte Form geben oder ihn in einen bestimmten Dichtigkeitszustand versetzen, bilden in ihrer Gesammtheit den Begriff der Welle.

Nach den Abmessungen und der Schwingungsweise der Körper können wir drei Gattungen von Wellen unterscheiden: Seilwellen, Kreiswellen, Kugelwellen. Bei den linienförmigen starren Körpern können zwar alle drei Gattungen von Schwingungen, nicht aber von Wellen stattfinden; bei den linearen luftigen nur Längenschwingungen; bei den flächenförmigen starren Körpern zeigen sich außer den Längenschwingungen in der Richtung der Flächen noch Querschwingungen, wie auf dem Spiegel von Flüssigkeiten, nur daß bei letzteren kreisförmige Wellen sind. Endlich finden sich bei allen Wellen, die rücksichtlich der störenden Kräfte nach allen Richtungen als hinreichend ausgedehnt anzusehen sind, nur Kugelwellen, in denen die Schwingungen entweder in der Richtung der Kugelradien (Schallwellen), also longitudinal, oder zugleich senkrecht auf ihnen (Lichtwellen), also transversal geschehen.

Bei jeder Gattung von Wellen gibt es Stellen, in denen die Körpertheile in ihrer ursprünglichen Lage oder auch in ihrem natürlichen Zustande der Dichtigkeit bleiben. Dieses sind die Gränzen der einzelnen Wellen und sie heißen Knoten; während die zwischen zwei Knoten

schwingenden Theile den Bauch der Welle geben. Ist nun die Lage der Knoten und Bäuche eine veränderliche, so heißen die Wellen fortschreitende; wenn aber nicht, so sind es stehende Wellen.

Bei den fortschreitenden Wellen hat der Körper, dessen Theilchen schwingen, selbst keine fortschreitende Bewegung, sondern nur die Wellenbewegung als solche schreitet fort von Theilchen zu Theilchen. Ihre Geschwindigkeit richtet sich nach der Dichtigkeit und Elastizität des widerstehenden Mittels, ist aber in einem Mittel von überall gleicher stoffliger Beschaffenheit, worin das Verhältniß der absoluten Elastizität zur Dichtigkeit sich nicht ändert, eine gleichmäßige; denn die Kraft, welche die fortschreitende Bewegung bedingt, ist in dem Unterschiede der Elastizität der benachbarten vor- und rückwärts liegenden Theile begründet, und dieser Unterschied ist in der ganzen Bewegungsrichtung ein beständiger oder unveränderter.

In allen Fällen also, in welchen die Theilchen eines Körpers eine fortschreitende Bewegung haben und deshalb eine Verdichtung und Verdünnung bewirken, ist die Fortpflanzung eine allmählige (Schall); wenn aber die Theilchen eines Körpers eine schwingende Bewegung nur um einen gewissen Gleichgewichtspunkt besitzen, so wird die Dichtigkeit des Körpers nicht verändert und der Widerstand gegen die weitere Verbreitung der Bewegung muß ungemein klein, also die Geschwindigkeit der Fortpflanzung ungemein groß sein (Telegraphiren). In dem letzteren Falle ist der Begriff Welle nicht vorhanden.

In keinem Falle bringt eine Veränderung der Anzahl der Schwingungen in der Geschwindigkeit der Fortpflanzung innerhalb desselben Mittels eine Aenderung hervor. Hohe Töne z. B. pflanzen sich in der Luft ebenso schnell fort, als tiefe; blaue Farbe ebenso schnell als rothe.

Wirkt die wellenerzeugende Kraft auch nur momentan, so findet bei starren elastischen Körpern und dem Niveau einer Flüssigkeit doch eine gewisse Nachwirkung statt, welche sich in einer Reihe von Schwingungen und von konzentrischen Wellensystemen zeigt. Aber bei elastisch flüssigen Körpern folgt auf die Störung des Gleichgewichts in ihnen die sofortige Herstellung desselben (Knall, Blitz) und dies ist wegen der nach allen Richtungen rückwirkenden Elastizität das Werk zweier aufeinanderfolgender Augenblicke und schreitet nur einmal vom Zentrum aus nach allen Richtungen fort.

Wirkt aber die das Gleichgewicht eines gleichmäßig beschaffenen Mittels störende Kraft fortwährend in gleichmäßig und gleichdauernd aufeinander folgenden Antrieben, so folgt Schwingung auf Schwingung,

Welle auf Welle, einander vom Erregungspunkte aus verdrängend, wobei alle Wellen eine gleiche Abmessung haben. Die Stellen der größten und kleinsten Verdichtung folgen abwechselnd in gleichen Abständen aufeinander; die Stellen der größten Verdichtung sind nach Verlauf einer halben Schwingung die der kleinsten und umgekehrt; in der Mitte zwischen jedem Maximum und dem nächsten Minimum sind die Bäuche, in welchen sich die Dichtigkeit des Mittels nicht ändert, worin aber die Theilchen die größte Schwingungsweite besitzen, während diese nach den Knotenstellen abnimmt. So wie jede ganze Schwingung viertheilig ist, so ist es auch die ganze aus Verdichtung und Verdünnung bestehende Welle, und auch die Bahn eines jeden Theilchens.

Wenn Wellen plötzlich in ein anderes Mittel übergehen, so werden sie auch sofort von ihrem Wege abgelenkt; treffen sie auf ein undurchdringliches Hinderniß, so werden sie zurückgeworfen; gehen sie dicht an einem Körper vorüber, so werden sie gebeugt.

Wichtig ist es, wenn zwei Wellensysteme derselben Gattung gleichzeitig in demselben Mittel sich fortpflanzen: treffen von ihnen gleiche Schwingungsphasen auf dieselbe Stelle, so verstärken sie einander; geschieht dieses aber mit entgegengesetzten Phasen, so schwächen oder heben sie einander auf, so daß z. B. Schall und Schall Lautlosigkeit, Licht und Licht Finsterniß erzeugt. Jene Erscheinung nennt man Koinzidenz, diese Interferenz der Wellen.

Durch das Zusammenwirken von mehren Kräften können die Massentheilchen eines Stoffes sehr verwickelte Bewegungen annehmen. Wir sehen z. B. wie auf dem Meere Welle auf Welle tanzt; wir wissen wie bei einem Konzerte die Luft in demselben Augenblicke die Töne nicht nur von verschiedener Höhe, sondern je nach den angewendeten Instrumenten auch von spezifischer Verschiedenheit in unser Ohr trägt; wir müssen erstaunen, daß solche äußerst feine Bewegungen auch durch sehr massive Körper, wie z. B. die Metalle sind, und sogar besser aufgenommen und fortgepflanzt werden.

2. Die Schwingungserscheinungen in der Natur insbesondere.

Die Schwingungserscheinungen spielen in der ganzen Natur eine außerordentlich wichtige, lange noch nicht gehörig gewürdigte, aber auch eine für die richtige Auffassung der dabei eintretenden Vorgänge oft höchst schwierig zu erkennende Rolle. Letzteres darf uns nicht nur nicht

abschrecken, der Sache näher zu treten, sondern muß uns vielmehr anspornen, überall den geheimen Vorgängen nachzuforschen und mit dem Lichte der Wissenschaft in die Werkstätten der Natur einzudringen.

Nachdem wir in dem ersten Theile dieser Schrift die fortschreitenden Bewegungen der Weltkörper betrachtet haben, wollen wir also jetzt die nicht minder wichtigen, sich der sinnlichen Wahrnehmung freilich sehr oft vollständig entziehenden Schwingungserscheinungen untersuchen. Hierher gehören: Schall, Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, und in gewisser Beziehung der Chemismus.

Wenn in Beziehung auf das Wesen des Lichtes das Ansehn des gewaltigen Newton imstande war, die Geister ein ganzes Jahrhundert hindurch zu bannen und den falschen Glauben zu erhalten, daß vom leuchtenden Körper ein leuchtender Stoff ausströme; so darf es nicht befremden, daß es heute noch schwerfällige Geister gibt, welche immerfort noch von einem elektrischen und magnetischen Fluidum und von einem „hypothetischen Weltäther" sprechen und nur das begreifen wollen, was sie mit Händen greifen können. In der That bedarf es für solche Untersuchungen der rechten Würdigung oft ganz unscheinbarer Thatsachen und der Zusammenfassung äußerlich ganz verschieden auftretender Erscheinungen, welche aber nicht selten wunderbar ineinander eingreifen und einander umwandeln. Da die Wärme im ganzen Naturhanshalte eine Hauptrolle spielt, so möge es gestattet sein, mit Uebergehung von Schall und Licht, zunächst über sie Einiges zu sagen, um sie unter die Schwingungserscheinungen zu setzen und um die Meinung zu vertilgen, daß da, wo sich eine größere Wärme zeigt, auch eine größere Menge von Wärmestoff vorhanden sei.

a) Das Wesen der Wärme.

Schon Locke (starb 1704) hat ahnungsvoll die Wärme als eine sehr lebhafte Bewegung der kleinsten Theile eines Körpers und nicht als einen besonderen Stoff angesehen. Wir wollen untersuchen, ob er recht hatte.

Wenn man eine kräftige Dampfmaschine mit einem kalten Stahlzapfen in ihrer phlegmatischen Bewegung Löcher drücken sieht durch dicke, zu Dampfkesseln bestimmte Kupferplatten und bemerkt, daß die herabgefallenen Kupferstücke glühend heiß sind, so möchte wol ein Köhlerglaube dazu gehören, hier plötzlich einen neuen Stoff als Wärme in die aus der kalten Platte gedrückten Kupferstücke als eingeschmuggelt anzunehmen. Ebenso wenn kalte, ziemlich dicke Eisenstangen wie Wachs

in kleine Theile zerschnitten werden oder wenn man sie drechselt und es fallen glühend heiße Späne ab. — Da nun die Bewegung einer Masse den Zustand an einem Ruhenden verändert hat ohne eine fortschreitende Bewegung des Ganzen zu erzeugen, so kann dieser neue Zustand nur in einer schwingenden Bewegung der Molekel bestehen, die wir freilich wegen ihrer geringen Elongationen und der kurzen Dauer jeder Phase nicht sehen können. Es hat hier keine Vernichtung einer Bewegung stattgefunden, sondern eine Umwandlung der Bewegungsart. Wenn also Wärme auftritt für verschwundene Bewegung, so ist jene selbst eine Bewegungserscheinung.

Erhitzt man das eine Ende einer genau horizontal gelegten Metallschiene und bringt man auf die warme Stelle einen kleinen Tropfen kalten Wassers, so wird dieser Tropfen wie auf einer schiefen Ebene herabgehen und zwar um so schneller, je höher die Wärme an der Stelle ist, auf welche er gelegt wird.

Diese Thatsache ist leicht erklärlich, wenn man annimmt, daß die Metalltheilchen in Querschwingungen mit um so größerer Schwingungskraft begriffen sind, je höher ihre Temperatur ist. Diese Kraft wächst aber bekanntlich mit der Weite der Schwingungen und mit der Menge in einer gewissen Zeit. Wenn die Weite der Schwingungen eines jeden einzelnen Theiles wächst, ohne den Zusammenhang des Ganzen zu zerstören, so muß dieses sich ausdehnen oder einen größeren Raum einnehmen.

Wenn ein Metallwürfel bei seiner Erwärmung fähig ist, eine bedeutende Last zu heben oder fortzuschieben, so muß man dafür halten, daß er, ohne als Ganzes eine fortschreitende Bewegung zu besitzen, diese große Kraft der Schwingung seiner kleinsten Massentheilchen zu verdanken hat. Wenn ein glühendes Metallstück zu rauchen scheint, so lösen sich von seiner Oberfläche schwingende Theilchen ab, indem ihre Schwingungskraft den Zusammenhang mit den anderen überwindet und sie dorthin führt, wo sie einen geringeren Widerstand finden.

Jede Kraft bewirkt eine Arbeit und jede Arbeit wirkt als neue Kraft. Erkennen wir die Arbeit in einer fortschreitenden Bewegung einer Masse, so sind wir durch den Erfolg leicht befriedigt; zeigt sich diese aber nicht, so tritt eine Schwierigkeit ein für die Vorstellung der gethanen Arbeit. Wenn z. B. die bei der Reibung hervorgebrachte Kraft gleich der verbrauchten erkannt werden soll und es tritt fortschreitende Bewegung in nur unzureichendem Maße oder garnicht hervor; so kann die Gesammtwirkung in jenem Falle nur die Summe aus fortschreitender und Molekularbewegung sein, in diesem nur letztere.

Wenn in einem luftleeren Raume von 0° Temperatur durch Reiben

von Eis an Eis bei —0,7° C. also durch eine Arbeit, Wasser von +1,7° C. entsteht, welches eine mehr als doppelt so große Wärmekapazität besitzt als Eis; so muß man die Antwort auf die Frage, woher denn in diesem Falle der etwaige Wärmestoff gekommen sei, schuldig bleiben. Es ist hier nichts geschehen, als daß eine Bewegung in eine andere umgesetzt worden ist.

Die Reibung überhaupt ist durch Widerstand verzögerte Bewegung, welche um so mehr in Wärme umgesetzt wird, je mehr von der bewewegenden Kraft verloren geht.

Mit dieser Auffassungsweise von dem Wesen der Wärme stimmen alle möglichen Erscheinungen überein. Wir wollen nun die wesentlichsten derselben betrachten.

Bringt man einen Wassertropfen in einen weißglühenden Platintiegel, so wird er durch die schwingenden Metalltheile heftig herumgeschlendert, ohne seine Kugelgestalt aufzugeben und verwandelt sich erst dann plötzlich in Dämpfe, wenn er dabei nach und nach die Temperatur des Kochpunktes erreicht hat. Bei niedrigerer Temperatur des Metalles, also bei geringerer Stoßwirkung der Theilchen desselben kann die Adhäsion des Wassers zu ihnen mehr zur Geltung kommen und der Tropfen zerfließt.

Hierher gehört auch die bekannte Erscheinung an rothglühenden Dampfkesseln, daß der Dampf, ungeachtet einer sehr großen Spannkraft durch feinere Spalten derselben nicht entweichen kann, weil bei der außerordentlichen Schnelligkeit, mit welcher die Massentheilchen der beiden Ränder während ihrer Schwingungen einander entgegen kommen, der Spalt als verschlossen angesehen werden kann.

Wenn man mit der trockenen Hand ohne jede Gefahr in den Strom von weißglühendem, nicht aber von blos rothglühendem Eisen greifen kann; so liegt der Grund davon darin, daß bei jenem die Weite und Schnelligkeit der Schwingungen der Massentheilchen allzugroß sind, als daß eine nachtheilige Wirkung in kurzer Zeit eintreten könnte, während bei langsameren Schwingungen die Dauer jeder einzelnen groß genug ist, um eine schädliche Berührung hervorzubringen.

Es gelingt um so weniger zwei bewegliche leichte Körper (Metallkügelchen) in einem leeren Behälter zur Berührung zu bringen, je heißer sie sind (Fresnel), denn sie stoßen einander um so mehr ab, je schneller und weiter die Molekel schwingen. — In gleicher Weise stoßen zwei aufgehängte tönende Stimmgabeln einander ab, wenn man sie bis zur

Berührung einander nahe bringen will. In beiden Fällen machen die Körnertheilchen **stehende Schwingungen.**

Ist Wasser von 4°C. einer Wärmequelle ausgesetzt, so dehnt es sich nach und nach aus, weil die Schwingungsweite seiner Theilchen wächst. Wenn nun dadurch die Schwingungskraft der an seiner Oberfläche befindlichen Molekel größer geworden ist, als die Kohäsionskraft zu den unter ihnen oder um sie befindlichen Theilchen; so lösen sie sich ab und begeben sich als Dampf in die darüber vorhandene Luft, die ihnen einen, wenn auch nur um etwas Weniges, geringeren Widerstand leistet, als die Schwingungskraft der Dampftheilchen beträgt. Wenn man mit solchem Dampfe einen luftleeren Raum vollständig erfüllt und ihm die Temperatur erhält, bei welcher er sich entwickelte, so wird er zufolge der Schwingungen seiner Molekel auf die Gefäßwände denselben Druck ausüben, als wenn statt seiner Luft von derselben Temperatur und der bei seiner Entwickelung stattfindenden Dichtigkeit (Spannkraft, Druckkraft) vorhanden wäre.

Wird aber demselben abgesperrten Dampfe weiter noch Wärme zugeführt, so wächst seine Druckkraft. Diese Thatsache ist nur dadurch möglich, daß, weil sich bei seiner Absperrung die Weite der Schwingungen jedes einzelnen Molekels nicht vergrößern kann, sich deren **Anzahl vergrößert** hat. Daraus ist also der Schluß zu ziehen, **daß die Erhöhung der Temperatur eines Körpers eine Folge ist von der Vermehrung der Anzahl der Schwingungen seiner Molekel in einer bestimmten Zeit.**

Diese wichtige Behauptung wird u. a. durch die Erscheinung am Luftfeuerzeuge bestätigt. Jedes Lufttheilchen im Zylinder machte vor dem Schlage auf den Kolben in jeder Zeiteinheit eine gewisse Anzahl von Schwingungen mit einer gewissen Weite einer jeden. Nach dem Schlage ist die Schwingungsweite verkleinert worden, also muß unter Festhaltung selbst blos der ursprünglichen Schwingungskraft schon deshalb die Anzahl der Schwingungen jedes einzelnen Theilchens in derselben Zeiteinheit sich vergrößert haben. Die Kraft des Schlages aber vermag also unter der eingeschränkten Schwingungsweite auch nur die Schwingungszahl zu vergrößern, was sich als **Temperaturerhöhung** kundgibt. Wie einerseits durch Pressung erhöhte Temperatur erzeugt wird, so entsteht andererseits durch Ausdehnung niedrigere. — So wird auch durch den Chemismus nur dann Wärme erzeugt, wenn Verdichtungen eintreten, aber Kälte, wenn Ausdehnungen stattfinden, wie bei Kältemischungen.

Wenn eine gewisse abgesperrte Luftmenge auf die Hälfte ihres Rauminhaltes gebracht wird, so ist ihre Druckkraft dann doppelt so groß geworden, wenn die Temperatur oder die Schwingungszahl (nach hinreichender Abkühlung im zweiten Falle) dieselbe ist, weil das Gewichtsverhältniß der schwingenden Molekulargruppen von gleichem Rauminhalte für die beiden Fälle 1 : 2 ist.

Eine recht interessante Stoßwirkung der Schwingungen eingeschlossener Dämpfe zeigt sich bisweilen bei zylindrischen Dampfkesseln, von denen nur der untere Theil eingemauert ist. Wird die Spannung der Dämpfe durch Erhöhung der Temperatur allmählig vergrößert, d. h. nimmt die Schwingungszahl jedes Dampftheilchens zu; so wird durch Uebertragung der Schwingungskraft von Theilchen zu Theilchen auch die Stoßwirkung auf alle Theile der Innenwand des Kessels größer. Liegt er nun unten auf Mauerwerk, so hebt dieses vermöge seines Widerstandes den durch das Metall des Kessels fortgepflanzten Stoß auf; aber oben, wo äußerlich blos atmosphärische Luft sich befindet, ist der Widerstand geringer. Die natürliche Folge bei nicht allzugroßer Spannung ist, daß der ganze Kessel in kurzen Pausen sich etwas hebt und durch sein Gewicht wieder herabsinkt, gleich als ob er athmete. Wird aber die Spannung in kurzer Zeit bedeutend, was auch durch Zuführung von größeren Dampfmengen geschehen kann, und ist die Unterlage weniger nachgibig, so fliegt der ganze Kessel fort, ohne zu zerspringen. Beide Fälle sind mir durch Thatsachen vollständig verbürgt.

Die Kraft der Dämpfe hängt von dem Atomgewichte der angewendeten Stoffe, von der Menge derselben in einem gewissen Raume, von der Weite und der Schnelligkeit der Schwingungen ab. Die bedeutenden Erfolge sind außerdem nur dadurch erklärlich, daß die Theilchen als Ganzes, also mit ihren Schwerpunkten schwingen, nicht blos um einen gewissen Gleichgewichtspunkt, wie wir es bei dem sogenannten elektrischen Strome werden kennen lernen. Zur Festsetzung eines bestimmten Maßes für die Druckkraft der Dämpfe und Gase gehört eine gewisse Flächeneinheit, auf welche der Druck ausgeübt wird.

Wenn nun ein leichteres Gas dieselbe Spannkraft zeigt, wie ein schwereres von derselben Temperatur, so ist zwar die Schwingungszahl beider gleich, aber die Schwingungsweite der Molekel ist bei jenem größer als bei diesem.

Jeder durch die Wärme sich ausdehnende Körper übt einen Druck aus, welchen man als die von der Wärme vollzogene Arbeit anzusehen hat, aus welcher man zurück auf die verbrauchte Wärme schließen kann.

Ist die Arbeit vollbracht, so hört die Wärme auf als solche zu existiren und erscheint z. B. als Bewegung irgend einer Maschine. Es ist dann die Summe der Kräfte aus den Schwingungen der Molekel übergetragen auf die Massen der Maschinentheile, welche durch sie je nach ihren Gestalten und der Zeit des Ineinandergreifens zu oft wunderbar verschiedenen und zusammengesetzten Bewegungen veranlaßt werden.

Wie ungemein groß die Summe der Wirkungen von an sich höchst unscheinbaren Molekularkräften selbst sogar dann sein kann, wenn sie keine schwingende Bewegung besitzen, zeigt sich u. a. bei der sogenannten Haarröhrchenanziehung und bei der Krystallbildung. Das Holz nimmt das Wasser in seine Poren so begierig auf, daß dadurch Felsen mit Leichtigkeit können gesprengt werden, und das aus dem Wasser in einem vollkommen absperrenden Gefäße sich bildende Eis zertrümmert die verengende Hülle mit großer Kraft.

Bei jedem sich selbst überlassenen Körper sind die Molekel immer in einem gewissen Gleichgewichtszustande gegen einander. Man kann diesen Zustand durch irgend eine Arbeit, z. B. durch Druck oder Reibung vorübergehend abändern. Wenn man selbst kalte Luft in einer Röhre plötzlich auf etwa den achten Theil ihres Rauminhaltes zusammendrückt, so wird sie so heiß, daß sie einen Feuerschwamm anzündet. Die Luftmolekel werden genöthigt, in derselben Zeit eine größere Anzahl von Schwingungen zu machen, da die Weite wegen der Raumverengung sich vermindern muß und ihre Schwingungskraft nicht nur dieselbe bleibt, sondern durch den plötzlichen Druck noch vermehrt wird.

Wird Dampf durch eine Kraft, welche größer ist als seine Spannkraft, zusammengedrückt, so wird der Theil seiner Kraft aufgehoben, welcher dem Ueberschusse der drückenden Kraft gleich ist, und dieser Kraftantheil ist in der enstandenen Flüssigkeit enthalten. — Verminderung der Spannkraft eines Gases an irgend einer Stelle eines abgesperrten Raumes wirkt sofort über den ganzen Raum, gleichwie eine theilweise Verletzung einer gespannten Saite sofort den Ton derselben hemmt.

Wird ein Körper an einem anderen gerieben, so werden ihre Theilchen aus der Gleichgewichtslage gebracht; sie wollen wieder dahin zurückkehren und werden so zu Schwingungen mit vermehrter Schwingungszahl veranlaßt, d. h. sie werden wärmer; aber nach und nach sucht sich der frühere Gleichgewichtszustand wieder herzustellen, indem eine Temperaturausgleichung mit der Umgebung erfolgte.

Es ist unstatthaft, daß man für das Wesen der Wärme annimmt

„die kleinsten Theilchen eines Körpers bewegen sich unregelmäßig und ungeordnet durcheinander“*), wobei man den Beweis dafür daraus führen will, daß die in Flüssigkeiten (auch in der Luft) schwebenden Theilchen fester Körper ungeordnete und um so heftigere Bewegungen zeigen, je wärmer sie sind Es findet hier vielmehr eine je nach den Graden der Wärmekapazität verschieden lebhafte Wärmestrahlung aus den Spitzen der unregelmäßigen Körperchen statt, gleichwie ein Kampferstückchen auch auf dem Wasser wegen der in den Spitzen lebhafter eintretenden Verdunstung sich ebenfalls ganz unregelmäßig bewegt. Daß die Wärmebewegungen in einem Körper vorzüglich strahlenförmig ausgehende Schwingungen sind, zeigt sich an den hohlwerdenden Tropfen von geschmolzenem Eisen oder Stahl, denn die innere Fläche der Höhlung ist ganz glatt, zum Zeichen daß die Schwingungen ringsum vom Mittelpunkte aus ganz gleichmäßig stattfinden. Höchst wahrscheinlich haben die Molekel außer der fortschreitenden noch eine drehende Bewegung wegen der Stöße, welche sie dabei erleiden, wobei aber mindestens 63 Prozent der Gesammtkraft auf erstere kommen müssen. Die Druckkraft eines Gases auf die absperrenden Wände hängt von der Dichtigkeit (Masse, Gewicht) der Molekel und von der Schwingungszahl (Temperatur) ab. Die Schwingungsweite kommt für die Beurtheilung der Schwingungskraft bei einem bestimmten Rauminhalte nicht zur Berücksichtigung.

Man hat zur Erklärung des Wesens der Wärme ferner auch nicht nothwendig, seine Zuflucht zu besonderen Wärmesphären zu nehmen, welche die Atome der Molekel umkreisen, oder in radialen Schwingungen befindlich sein sollen. Wenn der kosmische Aether Atmosphären der Art bildete, so entstände doch die Frage: warum zeigt er innerhalb der irdischen Körper die Erscheinungen der Wärme, da er sie doch außerhalb derselben nicht geltend macht, sondern absolut kalt und diatherman ist, d. h. die Wärme aus anderen Quellen durchläßt, ohne sie selbst anzunehmen? Er würde in den irdischen Körpern seine Natur, die er thatsächlich außerhalb derselben besitzt, aufgeben und Aether zu sein aufhören, womit also die Wärmeatmosphären verschwänden. Dieser unlösbare Widerspruch erhält aber noch ein anderes Gewicht durch eine zweite Frage: welche Kraft ertheilt denn diesen angeblichen Atmosphären eine, wie man angenommen hat, kreisende Bewegung um die selbst ruhenden Antome? Drückt oder reibt man einen Körper nach einer gewissen Richtung, so ist kein Grund zu Wirbeln vorhanden, welche,

*) Karl Puschl: Das Strahlungsvermögen der Atome, eine sonst geistvolle Schrift.

indem sie einander treffen, die Atome voneinander entfernen, also die Ausdehnung der Körper bewirken und so die thermometrische oder freie Wärme zeigen sollen.

Wenn auch diese früher angenommene Theorie einen hohen Grad von Ausbildung und durch mathematische Untersuchungen sich ein gewisses Recht erworben zu haben schien, so darf man doch nicht in Abrede stellen, daß die Vorstellung von dem natürlichen Vorgange eine ganz andere und zwar viel einfachere sein kann, ohne die dynamischen Grundsätze und die Ergebnisse in Frage zu stellen. Das bedeutende Bewegungsmoment der Wärme verlangt schon, daß die Stoffatome selbst in Bewegung sind. Außerdem ist es z. B. Thatsache, daß verdichtete Luft in einem bestimmten Raume durch eine bestimmte Wärmequelle mehr erwärmt wird, als verdünnte in diesem Raume, oder daß jene Luft weniger Wärme braucht, um auf dieselbe Temperatur gebracht zu werden als diese. Weil also das Bewegungsmoment der dichteren Luft größer ist als der dünneren bei derselben Temperatur, so hängt die Wärme irdischer Körper von den Schwingungen der Molekel selbst, und nicht von den sie umgebenden Aethersphären ab.

Außerdem gibt es noch andere als die bereits angeführten Erfahrungen, welche uns unmittelbar darauf hinweisen, daß die geleitete Wärme in Schwingungen der irdischen Stofftheile besteht.

Wenn man die durch einen hervorragenden Kranz begränzte Grundfläche eines Tassenkopfes aus Porzellan über einer Spiritusflamme erhitzt hat und ihn dann auf die kalte Untertasse setzt, so erscheinen sofort schnell aufeinander folgende Erzitterungen als Koinzidenzstöße der einander von Ober- und Untertasse entgegenkommenden Schwingungen. Folgten die Schwingungen schnell genug aufeinander, so würden sie einen Ton von sich geben, wie dies wirklich der Fall ist bei dem Termophon, wobei ein erhitzter Messingkörper auf einen kalten Bleikörper gelegt wird. Niemand kann zweifeln, daß der Ton dadurch erzeugt wird, daß die Theilchen des Messings selbst in Schwingung gerathen. Die zum Tone gehörige Schwingungszahl ist natürlich kleiner, als die Wärmeschwingungszahlen der beiden Metalle, gleichwie es mit den Stößen und Tönen der Fall ist, welche entstehen, wenn man (etwa mittelst Stimmgabeln) gleichzeitig zwei Töne recht rein hervorbringt.

Höchst interessant ist in dieser Beziehung die Schallerscheinung, welche entsteht, wenn sich der feine und trockene Sand in einer steilen (Böschungswinkel etwa 30°) und 400 Fuß hohen Vertiefung des Dschebel Nágús (auf der Halbinsel Sinai) bei Sonnenhitze (über 30° R.) in

Bewegung setzt: „ein tiefes, schwellendes, zitterndes Weheklagen, welches nach und nach zu einem dumpfen Brüllen anschwillt, und dann wieder schwächer wird.“ Hier gehen die Wärmeschwingungen über in Schallschwingungen, denn je heißer der Sand an der Oberfläche, desto heller der Klang; bloße Reibungsstöße reichen nicht hin, wie etwa, wenn man am Meeresstrande auf dem durch das Seesalz zusammengebackenen feinen Sande mit schleifenden Füßen einhergeht. Andere ähnliche Erscheinungen übergehen wir hier. Auch die Verbreitung der Wärme durch Leitung steht mit dieser Auffassungsweise in vollem Einklange.

Der Beharrungszustand der Molekel eines Körpers ist es, welcher die einem Theile desselben zugeführte Wärme nicht sofort über den ganzen Körper sich verbreiten läßt, sondern nur eine allmählige Mittheilung der Schwingungen gestattet, wobei die Schwingungskraft der kälteren durch die der wärmeren so lange verstärkt wird, bis eine Ausgleichung erfolgt ist. Je schneller diese Uebertragung stattfindet, desto besser leitet der Körper die Wärme. Hierin zeigt sich unter den Körpern eine große Verschiedenheit; imallgemeinen aber können wir die bessere Leitungsfähigkeit als von der innigeren Berührung der Massentheilchen abhängig erklären. Die sehr porösen Körper gehören also nicht zu den besseren Leitern, weil die Schwingungen nicht so leicht übergetragen werden können, und auch bei dem öfteren Wechsel des Mittels eine Schwächung erleiden. Haben Körper in einem bestimmten Raume ungleiche Temperaturen, so wird durch allmählige Uebertragung der Schwingungen endlich ein solches Gleichgewicht hergestellt, daß bei allen dieselbe Schwingungszahl (Temperatur) vorhanden ist.

Es ist von höchster Wichtigkeit für die Untersuchung über die Einheit der Naturkräfte, daß auch andere Schwingungen, selbst wenn sie durch mechanische Vorrichtungen, wie bei Uhren und Pendeln, hervorgebracht werden, einander auszugleichen suchen. Wir kommen darauf noch zurück.

Auch der Umstand, daß bei der Leitung der Wärme Interferenzerscheinungen, wie sie beim Schall, Licht und der strahlenden Wärme vorkommen, niemals eintreten, spricht dafür, daß die Fortpflanzung der Wärme in den Körpern durch die Bewegung ihrer Massentheile ohne Verdichtungs- und Verdünnungswellen stattfindet.

Weil eine bestimmte bewegende Kraft in verschiedenen Massen auch eine verschiedene Geschwindigkeit erzeugen muß; so ist klar, daß eine bestimmte Wärme an verschiedenen Stoffen entweder eine verschiedene Ausdehnung oder eine verschiedene Temperaturerhöhung oder auch beides erzeugt, indem im ersten Falle unter Festhaltung einer bestimmten

Schwingungszahl (oder Schwingungsdauer für jede einzelne Schwingung) die Schwingungsweite (Ausdehnung) und somit auch die Geschwindigkeit innerhalb einer jeden einzelnen Schwingung und im zweiten Falle bei gleichbleibender Schwingungsweite der auf einen bestimmten Raum beschränkten Molekel die Schwingungszahl (Temperatur) sich ändern muß. Es kann aber auch die Ausdehnung und Temperatur zugleich geändert werden.

Die Temperatur eines bestimmten Körpers ist also jedenfalls die seinen Molekeln bei ihren Schwingungen zukommende lebendige Kraft, deren Veränderung sich durch Temperaturänderung bemerklich macht. Die den Molekeln der verschiedenen Stoffe zukommende Anziehungskraft unter einander steht übrigens im umgekehrten Verhältnisse zu der durch dieselbe Wärmequelle bewirkten Ausdehnung.

So wie nun durch eine bestimmte Kraft verschiedene Körper nicht in gleicher Weise zu Schallschwingungen angeregt werden, so gelangen verschiedene Körper, wenn sie auch derselben Wärmequelle ausgesetzt sind, nicht zu gleicher Temperatur; oder sie bedürfen, um zu einer bestimmten Temperatur zu gelangen, verschiedener Wärme und sind daher auch selbst imstande, bei bestimmter Temperatur verschiedene Körper mit gleicher Temperatur auf verschiedene Temperaturen zu bringen.

Den Grund der Fähigkeit verschiedener Stoffe durch dieselbe Wärmequelle zu verschiedenen Temperaturen zu gelangen, nennt man ihre Wärmekapazität. Wenn also z. B. die Wärmekapazität des Wassers 9 mal größer, als die des Eisens bei derselben Temperatur ist, so will dieses sagen, daß Eisen durch dieselbe Wärme 9 mal mehr als Wasser erwärmt wird, oder daß das Eisen eine 9 mal größere Fähigkeit hat, zu Wärmeschwingungen angeregt zu werden, als Wasser. — Soll die Wärme zweier verschiedenartigen Stoffe mit gleicher Temperatur um gleichviele Grade erhöht werden, so steht ihr Wärmeverbrauch im umgekehrten Verhältnisse zu ihren Atomgewichten; denn die Atome erlangen eine bestimmte Schwingungskraft in demselben Maße schwieriger, je leichter sie sind. Nur die Kohäsionsverhältnisse können in dieses Gesetz einige Abänderung bringen.

Wenn auch die Wärmekapazität der Körper verschieden ist, so besitzen die Atome von gleicher stöchiometrischer Zusammsetzung doch dieselbe Kapazität, d. h. sie werden durch gleiche äußere Kräfte zu gleichen Schwingungen angeregt, so daß bei allen Körpern mit Rücksicht auf ihre besondere Natur zu gleichen Temperaturerhöhungen auch gleiche Wärmen erforderlich sind.

So wie zwei Saiten oder auch anders geformte Körper aus ver-

schiedenen Stoffen bei ungleichem Gewichte oder ungleichen sie spannenden Kräften ungleiche Schwingungszahlen besitzen und zu gleicher Tonerhöhung einer ungleichen Vermehrung der Spannkräfte bedürfen, so ist es auch in Beziehung auf die Wärme, indem die Tonerhöhung der Temperaturerhöhung entspricht.

Dieselbe Wärme wird in Körpern mit gleicher Temperatur eine verschiedene Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung erzeugen, wie dieselbe Kraft in verschiedenen Körpern auch verschiedene Töne. Die langsamen Schwingungen eines langen Drahtes geben hierbei dem ganzen Drahte dasselbe Bewegungsmoment, wie die schnellen des kurzen.

Weil beim Ausdehnen eines Körpers von bestimmter Temperatur die Weite der Schwingungen, so wie die Dauer jeder einzelnen Schwingung der Molekel wächst, so muß sich bei gleichbleibendem Kraftmomente die Schwingungszahl, d. i. die Temperatur vermindern.

Soll also ein Körper nach seiner Ausdehnung eine bestimmte Temperaturerhöhung erfahren, so wird die ihm zuzuführende Wärme bedeutender sein müssen, als in dem Zustande größerer Dichtigkeit, oder es muß die Masse mit geringerer Dichtigkeit in einem bestimmten Raume eine größere Geschwindigkeit erhalten, um dasselbe Bewegungsmoment mit der dichteren Masse zu haben. Daraus ergibt sich also mit Nothwendigkeit, daß mit Zunahme des Volumens eines Körpers von bestimmter Temperatur auch seine Wärmekapazität zunimmt.

Weil das Bewegungsmoment eines bestimmten Körpers mit zunehmender Schwingungszahl (Temperaturerhöhung) und mit oder ohne gleichzeitige Vergrößerung der Weite der Schwingungen (Ausdehnung) wächst, so widerstrebt er der Zuführung neuer Wärme mehr, als bei tieferer Temperatur, und es muß ihm in jenem Falle mehr Wärme zugeführt werden als in diesem, damit er eine bestimmte Temperaturerhöhung erfahre; d. h. ein bestimmter Körper hat bei höherer Temperatur eine größere Wärmekapazität als bei geringerer.

Die Extreme der Dichtigkeit in der Körperwelt, nämlich die Metalle und die Luftarten, besitzen in ähnlicher Weise keine große Wärmekapazität, gleichwie zu sehr oder zu wenig gespannte Saiten für Tonschwingungen ungeeignet sind. — Wenn aber bei der Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff ein hoher Wärmegrad hervortritt, so liegt dieses darin, daß das entstandene Wasser einen verhältnißmäßig nur sehr geringen Raum einnimmt.

Ist die Wärmekapazität eines Körpers groß, so ist er zwar träge gegen die Aufnahme von Wärmeschwingungen oder er widersteht

der Anregung und bedarf einer länger dauernden Einwirkung durch fremde Wärmeschwingungen von einer gewissen Kraft, bevor er selbst in einen gewissen Wärmezustand versetzt wird; ist er aber einmal angeregt, so widerstrebt er auch der Verminderung oder er ist länger befähigt, in diesem Zustande zu verharren, als ein anderer mit geringerer Kapazität und welchen er selbst zu einer höheren Temperatur zu bringen fähig ist, als seinem Temperaturverluste entspricht. Ein bestimmtes Wärmemoment kann bei dem einen Körper (mit geringerer spezifischer Wärme) eine vermehrte Schwingungszahl (höhere Temperatur), bei einem anderen eine vergrößerte Schwingungsweite (möglicherweise einen anderen Aggregatzustand) hervorbringen.

Die in der Physik üblichen Ausdrücke gebundene und freie Wärme sind in Beziehung auf die Schwingungstheorie so wenig bezeichnend, ja sogar unpassend, daß es nothwendig erscheint, ihnen hier die rechte Bedeutung beizulegen.

Jeder Körper ist nach der Natur seines Stoffes und nach dem Aggregatzustande, in welchem dieser Stoff sich befindet, in einem gewissen thermischen Schwingungszustande, oder er hat, wie man zu sagen pflegt, einen gewissen Grad gebundener Wärme und in einem gewissen Grade die Fähigkeit, durch eine bestimmte Wärmequelle oder auch eine andere Kraft zu verschiedenen Schwingungen angeregt zu werden, gleichwie die Verschiedenheit der Töne von dem Spannungsverhältnisse der tönenden Körper, nicht aber von der den Ton erregenden Kraft abhängt.

Wird nun ein Körper, z. B. ein Gas in einem absperrenden Raume, plötzlich zusammengedrückt, so treten die schwingenden Molekel einander näher und das Bewegungsmoment eines jeden einzelnen wird durch das der übrigen um so mehr unterstützt, je näher sie einander kommen. Da sich dasselbe aber wegen der Raumverminderung nicht in der Vergrößerung der Schwingungsweite zeigen kann, indem diese sogar gewaltsam vermindert wird; so geschieht es durch Vermehrung der Schwingungszahl, d. h. der Körper wird wärmer als er war, oder es wird Wärme frei.

Das Gegentheil geschieht natürlich bei der Raumerweiterung und es wird dabei, wie man sagt, Wärme gebunden, indem die Schwingungszahl bei zunehmender Weite sich vermindert und somit Kälte fühlbar werden muß. Dieses ist u. a. der Fall, wenn Luft aus einem Gefäße strömt, weil jedes zurückbleibende Luftmolekel sein Kraftmoment behält. Bei der Raumverminderung wird die Spannung größer, bei der Erweiterung geringer; ähnlich wie bei hohen und tiefen Tönen. Dehnt sich ein Gas aus, ohne Widerstand zu finden, so wird Wärme weder frei

noch gebunden, weil bei zunehmender Weite die Anzahl der Schwingungen in demselben Verhältnisse abnimmt.

Eine weitere Betrachtung verdienen die Umwandlungen eines Stoffes in die verschiedenen Aggregatzustände.

Der Schwingungszustand eines bestimmten Stoffes kann nur unter Festhaltung eines bestimmten Aggregatzustandes ein veränderlicher sein oder seine Temperatur kann nur unter dieser Bedingung eine verschiedene werden. So kann z. B. ein Stück Eis von etwa — 18° erwärmt werden und es dehnt sich dabei aus, bis es 0° erreicht hat. So dehnt sich auch das Wasser von + 4° C. bei seiner Erwärmung bis 0° aus und es fangen seine Molekel an, sich schon so zu ordnen, wie es das aus ihm sich bildende spezifisch leichtere Eis verlangt. Bis dahin ist die dem Eise oder dem Wasser zugeführte Wärme frei oder durch das Thermometer meßbar. Es gibt aber für jeden, einem bestimmten Drucke ausgesetzten Stoff eine bestimmte Temperaturgränze, bis zu welcher er einen bestimmten Aggregatzustand behält, über welche hinaus er ihn aber abändert, gleichwie es eine Gränze für die Elastizität und für die Kohäsion gibt. Diese Temperaturgränze besteht darin, daß nach deren Erreichung die dem Stoffe noch weiter zugeführte Wärme an ihm das Bewegungsmoment nur insofern vergrößert, als sie zwar nicht die Anzahl (Temperatur), wol aber die Weite der Schwingungen der zu verwandelnden Molekel vergrößert, wodurch der feste Körper zu einem tropfbaren und dieser zu einem luftigen wird. Die während der Herstellung des Uebergangszustandes verbrauchte Wärme ist also nicht fähig, an dem neugebildeten Zustande des Stoffes durch das Gefühl wahrgenommen und durch das Thermometer erkannt zu werden; sie ist, wie man sagt, gebunden. Gehen Dämpfe zurück in den tropfbar flüssigen Zustand und tropfbar flüssige Körper in den festen Zustand über, so wird Wärme frei und diese wird um so eher durch das Thermometer angezeigt, je schneller die Verwandlung geschieht.

Auch das Verdunsten und Kochen ist aus der Schwingungstheorie leicht zu erklären.

Die Schwingungen der Molekel einer tropfbaren Flüssigkeit mit freier Oberfläche haben bei einer beliebigen Temperatur unter dem Siedepunkte von ihrem Gleichgewichtspunkte an nach dieser Oberfläche hin eine weiter gehende Bewegung als nach dem Innern der Flüssigkeit, weil dort der Widerstand geringer ist als hier. Es ist also natürlich, daß sich die an der Oberfläche befindlichen Theilchen nach und nach in die Luft entfernen, d. h. die Flüssigkeit verdunstet, was noch

leichter vonstatten geht, wenn auch der Widerstand der Luft beseitigt wird. Wird nun gar durch Zuführung von Wärme nicht nur die Schwingungszahl, sondern auch die Weite der Schwingungen vergrößert; so treten die Molekel an der Oberfläche mit ihrer größeren oberhalb liegenden Schwingungshälfte noch leichter aus der Flüssigkeit und können endlich sogar auch im Inneren durch die Kohäsion nicht mehr zurückgehalten werden; d. i. die Flüssigkeit verdampft und siedet.

Ist der Raum über der Flüssigkeit abgesperrt, so treffen immer mehr und mehr Dampftheilchen aus ihrer unteren kleineren Hälfte der Schwingung die Oberfläche der verdampfenden Flüssigkeit und kehren in sie zurück; die äußere Hälfte der Schwingung wird wegen des Widerstandes der Gefäßwände und der bereits vorhandenen Dämpfe immer kleiner und kleiner, bis eine Ausgleichung der Schwingungen eingetreten und der betreffende Raum für eine bestimmte Temperatur mit Dämpfen gesättigt ist. Wird der Druck auf die Oberfläche der siedenden Flüssigkeit irgendwie, auch durch abgesperrte Dämpfe selbst, vermehrt; so nehmen die Oszillationen der Dampftheilchen, weil die Vergrößerung der Weite verhindert wird, eine größere Schwingungszahl an, also die Flüssigkeit erlangt eine höhere Temperatur. Es ist also klar, daß z. B. Wasser, wenn es kochen soll, bei Vermehrung des auf dasselbe ausgeübten Druckes auch einer höheren Temperatur bedarf. Diese Erscheinung ist ebenso natürlich, wie wenn die Spannung einer durch ein bestimmtes Kraftmoment zum Tönen angeregten Saite während des Tönens mehr und mehr vergrößert wird, wodurch die Anzahl der Schwingungen wächst.

Weil verschiedene Stoffe ungeachtet einer gleichen Temperaturerhöhung wegen der Verschiedenheit der molekularen Anziehungskraft sich in ungleichem Maße ausdehnen, so muß man dafürhalten, daß die Weite der Schwingungen von den Molekeln verschiedener Stoffe ungeachtet derselben Temperatur verschieden ist. Dieses wird durch den Destillations- und Sublimationsprozeß bestätigt, indem bei allmähliger Erwärmung eines Gemisches verschiedener Stoffe diejenigen sich zuerst losreißen, welche zum Sieden einer niedrigeren Temperatur bedürfen und somit nicht wegen der Schnelligkeit, sondern wegen der Weite ihrer Schwingungen sich eher von der Verbindung losreißen, als solche, deren Kochpunkt höher liegt.

Geht ein Stoff in einen dichteren Zustand über, sei es, daß er gepreßt wird, wie beim Luftfeuerzeuge, sei es, daß der Stoff nach dieser Richtung seinen Aggregatzustand ändert, sei es, daß er sich chemisch

mit einem dichteren Körper verbindet; so wird Wärme frei, d. h. die Schwingungsweite vermindert sich und es tritt, ohne daß sich die Schwingungskraft verändert, eine Vergrößerung der Schwingungszahl, d. i. eine Erhöhung der Temperatur ein. Dieses ist also z. B. der Fall, wenn sich eine Luftart oder ein tropfbar flüssiger Körper mit einem flüssigen oder festen verbindet: Sauerstoff mit frischer Kohle, Wasser und Wasserdampf mit Schwefelsäure, Wasser mit frisch gebranntem Kalk.

Ja selbst wenn ein Körper seine Gestalt verändert, zeigt sich freie Wärme, zum Zeichen, daß mit diesem Vorgange eine Molekularbewegung verbunden ist, wie z. B. wenn der prismatische Schwefel in oktaëdrischen übergeht oder wenn Kandiszucker auf 38° erwärmt und dann schnell in krystallinische Fäden ausgezogen wird, wobei seine Temperatur bis auf 80° steigt.

Weil das Wasser zu seinem Bestehen bedeutende Wärme braucht, so wird einerseits bei der Ausscheidung desselben aus einer chemischen Verbindung Wärme gebunden, und andererseits bei Aufnahme desselben durch einen Körper Wärme frei. Ist aber die Verbindung des Wassers mit dem festen Körper keine chemische, so wird dem Wasser Wärme entzogen, weil der feste Körper bei seiner Lösung einen größeren Raum einnimmt.

Wird bei einer chemischen Verbindung Wärme frei, so enthält der neue Körper weniger Wärme gebunden, als die Bestandtheile vor der Verbindung zusammen enthielten; wird aber Wärme gebunden, so ist das Gegentheil der Fall; braucht der Körper zu seinem Bestehen die Summe der Wärme seiner Bestandtheile, so wird die Wärme weder frei, noch gebunden. Die bei der Entstehung einer Verbindung frei werdende Wärme ist gleich der, welche bei der Aufhebung der Verbindung gebunden wird.

Die bei der Verbindung chemischer Grundstoffe frei werdende Wärme ist also ein sehr deutliches Zeichen davon, daß die chemische Verbindung durch eine Molekularbewegung geschieht, wobei der sich zeigende Wärmegrad ein Maß der chemischen Verwandtschaft ist, in welcher die von den Molekeln sich ablösenden Stoffatome zueinanderstehen.

Die chemischen Verbindungen und Ausscheidungen weisen auf die Wärme als auf einen Bewegungszustand in der That noch in einer anderen Beziehung hin. Denn ehe Stoffe eine chemische Verbindung eingehen, müssen die Atome eines jeden einzelnen Bestandtheiles durch die Wärmeschwingungen bis zu einer gewissen Entfernung gelockert sein, und sie sind bei gewissen Wärmegraden auch nur in einem bestimmten

Maße für die gegenseitige Aufnahme empfänglich. Jeder Stoff wird sich wol in Rücksicht der Gestalt seiner Molekel und Atome für die Aufnahme eines anderen nur bei einer gewissen Temperatur aufschließen und daher auch bei einer geringeren den anderen wieder ausschließen.

Wie durch Wärme sehr innige chemische Verbindungen gesprengt werden können, zeigt sich u. a., wenn man Wasser in Gasgestalt durch ein glühendes Rohr von dünnem Platinbleche leitet, denn die Atome des befreiten zarteren Wasserstoffes entweichen durch die Poren des Platins wie durch ein Sieb und der Sauerstoff allein tritt durch das Rohr aus.

Die Wärme (z. B. die im elektrischen Funken) verbindet aber auch Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser, denn sie trennt die ein Molekel des Sauerstoffs bildenden zwei Atome desselben, so daß sich jedes derselben mit einem Wasserstoffatome vereinigen kann.

Es treten bei diesen Verhältnissen die Kohäsion und die chemische Verwandtschaft, welche, wie wir später erkennen werden, elektrischer Natur ist, in Wechselwirkung: jenachdem diese oder jene größer ist, entsteht eine Trennung oder Vereinigung. So wie die chemischen Verbindungen nach unabänderlichen Zahlengesetzen stattfinden, muß auch die Temperatur der Verbindung zu der ihrer Bestandtheile in einer ganz bestimmten Größenbeziehung stehen. — Gleichwie in der Akustik die Differenz- und Summationstöne entstehen, so zeigt sich hier eine niedrigere oder höhere Temperatur der Mischung.

Wenn die Atomgewichte zweier Stoffe das Verhältniß $1:n$ besitzen und auf diese Atome eine gleiche Wärmekraft wirkt, so wird, ungeachtet ihrer Schwingungsgeschwindigkeiten in dem Gleichgewichtspunkte sich wie $n:1$ verhalten, der nachaußen gerichtete Erfolg, d. i. die freie Wärme beider, doch derselbe sein, da ja die Bewegungsgrößen (die Produkte aus den Massen und Geschwindigkeiten) dieselben sind. Daher bedarf je ein Atom verschiedener Stoffe derselben Wärme, um gleiche Temperaturerhöhungen zu erfahren, und je mehr Atome auf eine Gewichtseinheit eines Körpers gehen, desto größerer Wärme bedarf es, um die Temperatur dieser Gewichtseinheit um etwas Gewisses zu erhöhen. Wir können also als Gesetz aufstellen: die Menge der Atome der Gewichtseinheit steht im graden und ihr Gewicht im umgekehrten Verhältnisse mit der spezifischen Wärme. Die spezifische Wärme ist nämlich diejenige Wärme, welche zu einer bestimmten Temperaturerhöhung einer bestimmten Gewichtseinheit eines Stoffes erforderlich ist.

Werden Grundstoffe im Verhältnisse ihrer Aequivalenzzahlen zuein-

ander gethan, so hat das Gemisch nach Ausgleichung der Temperatur in demselben eine Wärme, welche das arithmetische Mittel zwischen den ursprünglichen Temperaturen ist.

Gleichwie im allgemeinen die Bewegungsgrößen zweier Körper sich verhalten, wie die Produkte aus ihren Massen und Geschwindigkeiten, so stehen auch die Spannkräfte zweier Luftarten im gleichen Verhältnisse mit den Produkten aus ihren Dichten (Massen) und den Temperaturen (Schwingungskräften der Molekel).

Diese Betrachtungen werden hoffentlich als ausreichend angesehen werden, um das Wesen der Wärme in einer schwingenden Bewegung der Molekel zunächst der irdischen Stoffe zu finden. Ueber das Wesen und die Erscheinungen der strahlenden Wärme bleiben die Untersuchungen für einen späteren Abschnitt vorbehalten.

b) Das Wesen der dynamischen Elektrizität.

Elektrizität und Magnetismus sind nicht Stoffe, die sich etwa blos unserer Wahrnehmung entziehen und sich an gewissen Stellen von Körpern unter besonderen Umständen ansammeln, an anderen fehlen.

Das Reiben zweier Körper (z. B. einer Kautschukplatte mit Katzenpelz) aneinder ist eine unerschöpfliche Quelle für Elektrizität, ohne daß sie von ihrem Stoffe verlieren oder ihre Eigenschaften aufgeben. Also kann die Elektrizität nichts Stoffliches sein.

Es ist ferner unmöglich, daß die Berührung oder selbst die bloße Annäherung einer Kupferscheibe an eine Zinkscheibe oder die bloße Annäherung der warmen Hand an eine Thermokette oder eines Magneten an ein Stück Eisen einen besonderen Stoff erzeugen soll, und doch entstehen Elektrizität und Magnetismus.

Hat ein Stahlstab durch Bestreichen mit einem Magneten auch Magnetismus bekommen, so hat dieser nicht nur nichts verloren, sondern augenblicklich sogar gewonnen. Es wäre also das Körperliche aus Nichts hervorgebracht worden, was wol Niemand ernstlich glauben kann. Das Körperliche kann nicht geschaffen, sondern nur in einen veränderten Zustand gesetzt werden.

Der Umstand, daß man durch den sogen. elektrischen Strom Räderwerke, ja ganze Maschinen und sogar Schiffe (Jakobi) in Bewegung setzen kann, läßt nicht erwarten, daß dieses durch einen unserer Wahrnehmung sich vollständig entziehenden Stoff geschehen könne. Es muß also im Leitungs-

drahte, welcher das Fortpflanzungsmittel der elektromotorischen Kraft ist; selbst eine lebendige Kraft wirksam sein. Da er aber nicht in einer fortschreitenden Bewegung begriffen ist, so kann es nur eine Molekularbewegung sein, welche wegen der außerordentlich großen Anzahl von Theilkräften einen überraschend großen Gesammterfolg erreichen läßt.

Wäre die Elektrizität etwas Materielles, so müßte man annehmen, daß, wenn positive und negative Elektrizität zwischen zwei Leitern sich miteinander verbinden, Nichts entstehe. Die Summen zweier Stoffe, welche in vielen Stücken übereinstimmende Eigenschaften haben und in ihren Wirkungen nachaußen oft mit gewaltiger Energie auftreten, müßte Null sein.

Da es auch feststeht, daß entgegengesetzte Elektrizitäten und Magnetismen auf Leitern sich miteinander verbinden, so ist es nicht einzusehen, weshalb sie, wenn sie Flüssigkeiten sind, diese Verbindung an einem bestimmten isolirten Leiter, an dessen entgegengesetzten Enden sie sich frei zeigen, wenn dieser Leiter einem elektrischen Körper genähert wird (bei der sogen. Induktion), verschmähen und die Indifferenzstelle als unübersteiglich ansehen.

Man kommt zu förmlichen Albernheiten, wenn man annimmt, daß der Magnetismus etwas Materielles ist. Legt man z. B. bei einer Wismut-Antimonkette ein Stückchen Eis auf die eine Löthstelle, so erhält man in der Kette Magnetismus; nimmt man aber statt dessen eine glühende Kohle, so erhält man auch Magnetismus. Wie wenig Eis und glühende Kohle dasselbe sind, ebensowenig können sie denselben Stoff erzeugen oder die etwaige magnetische Flüssigkeit aus den Metallen treiben.

Wie man früher die angebliche Lichtmaterie den Weg von 42000 Meilen in 1 Sekunde durch den leeren Weltraum zurücklegen ließ, so würde bei der elektrischen Materie das unendlich größere Wunder stattfinden, daß sie in einem massenreichen Kupferdrahte, oder an ihm in der noch ziemlich dichten Atmosphäre in 1 Sekunde den Weg von mehr als 60000 Meilen zurücklegte. Würde nicht das zarte Fluidum wegen seiner Feinheit einen unüberwindlichen Widerstand finden, oder trotz seiner Feinheit die furchtbarsten Zerstörungen auf seinem Wege anrichten? Keine Spur davon.

Wenn wir im Herbste ganze Schaaren von Schwalben, die sich zum Abziehen in ein wärmeres Klima sammeln, ganz ruhig auf den Telegraphendrähten sitzen sehen, während durch diese telegraphirt wird; so möchte es wirklich scheinen, als finde in diesen Drähten ungeachtet

des Telegraphirens gar keine Veränderung statt und dennoch muß dieses, wie der Erfolg lehrt, durchaus der Fall sein. Diese Veränderungen können aber keine anderen sein, als Molekularbewegungen, welche so außerordentlich schnell sind, daß es uns an jedem Mittel gebricht, sie zu sehen, und die sich in so engen Gränzen halten, daß sie eine Bewegung des Drahtes als eines Ganzen nicht hervorbringen.

Wie wunderbar fähig die Molekel eines solchen Metalldrahtes (auch anderer Körper) sind, die zartesten Schwingungen der verschiedensten Art sogar gleichzeitig in sich aufzunehmen und durch sich fortzupflanzen, wissen wir schon längst aus einer bekannten Thatsache. Steht nämlich eine Metallplatte mit einem Resonanzboden eines Instrumentes in Verbindung, und geht von ihr aus ein langer Metalldraht in einen entfernten Raum bis an den Resonanzboden eines zweiten Instrumentes; so werden alle verschiedenen Töne des ersten oder auch eines in dem ersten Raume aufgeführten Konzertes sehr deutlich in dem zweiten wiedergegeben und zwar sogar mit den durch die verschiedenen Instrumente bedingten Verschiedenheiten. Wie wunderbar zusammengesetzt müssen also hierbei die Bewegungen der Molekel des Drahtes sein! Nach den Gesetzen der Fortpflanzung des Schalles müssen die Molekel als Ganzes vorzüglich Längenschwingen machen, bei welchen aber die spezifisch verschiedenen Töne gleichzeitig durch äußerst zarte Seitenbewegungen ausgedrückt werden.

Wenn man das Ohr an eine Telegraphenstange während ihres Tönens legt, so erstaunt man über das Molekularleben, welches sich in ihrem Inneren bei scheinbar äußerlich größter Ruhe unabläßig regt. Weil es Längenschwingungen sind, kann man sie durch das Anfassen der Stange nicht hemmen, obwohl man die Erzitterungen deutlich fühlt. — Aehnliche Molekularbewegungen finden in jedem warmen Körper und um so mehr statt, je wärmer er ist, nur daß wir die inneren Regungen nicht *hören*, sondern *fühlen* und auch in jedem leuchtenden Körper, dessen Thätigkeit wir *sehen*.

Wenn schon solche durch verhältnißmäßig weite Schwingungen hervorgebrachte Bewegungen in jenem Drahte wol kaum anders als durch das Gehör erkannt werden, um wie viel weniger wird dieses mit noch weit schnelleren und zarteren Schwingungen seiner Molekel der Fall sein.

Es kommt nun bei der Erforschung des Wesens der Elektrizität auf Zweierlei an:

1. daß wir die Frage beantworten, ob die Elektrizität wirklich in Schwingungen der Molekel besteht,

2. daß wir zeigen, falls dieses stattfinden sollte, wie diese Schwingungen geschehen, da sie doch von denen der Wärme-Erscheinungen gewiß verschieden sein müssen. Indeß werden uns die Wärmeschwingungen doch behilflich sein.

Löthet man zwei Streifen verschiedenartiger Metalle z. B. von Antimon und Wismut, oder von Silber und Stahl mit dem einen ihrer Enden aneinander und erwärmt nur die Löthstelle, so pflanzt jedes der Metalle von da aus die Wärmeschwingungen je nach seiner Natur langsamer oder schneller in sich bis an das andere Ende fort, wobei weder die Weite noch die Anzahl der Schwingungen in den beiden Metallen dieselbe sein wird. Dieser Vorgang währet so lange, bis das thermische Gleichgewicht hergestellt ist, d. h. bis die Bewegungsgrößen der Atomeinheiten beider Metalle dieselben sind.

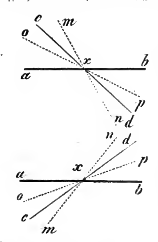
Werden aber die beiden anderen Enden der Metalle durch einen guten Wärmeleiter oder untereinander verbunden, oder wird wie man zu sagen pflegt, die Kette geschlossen; so entstehen nicht nur in diesem Schließungsbogen, sondern auch in den beiden Metallen selbst durch das Zusammentreffen der jetzt einander entgegenkommenden Schwingungen aus beiden Metallen und durch den aus dem Beharrungsvermögen der Molekel des Leitungsdrahtes entspringenden Widerstand zusammengesetzte Schwingungen der Molekel jenseits und diesseits ihrer Gleichgewichtslage um ihren ursprünglichen Gleichgewichtspunkt. Diese von Molekel zu Molekel in einem ununterbrochenen Kupferdrahte mit der erstaunlichen Geschwindigkeit von etwa 60000 Meilen in 1 Sekunde sich fortpflanzende Schwingungsbewegung pflegt man einen (hier thermo-) elektrischen Strom zu nennen, obwohl von einer strömenden Fortpflanzung hier ebensowenig die Rede ist, als bei fortschreitenden Wellen. Da die Telegraphendrähte kein ununterbrochenes Ganzes bilden, so wird bei den Verbindungsstellen der Stücke der Uebergang einigermaßen verzögert und die Geschwindigkeit ist in ihnen etwas kleiner, wenn auch immer noch erstaunlich groß.

Eine ähnliche Verzögerung der fortgepflanzten Bewegung findet statt, wenn man (bei der Perkussionsmaschine) auf die erste von einer Reihe einander berührender Elfenbeinkugeln eine aufschlagen läßt und nur die letzte abspringen sieht, ohne daß die dazwischen befindlichen sich bewegen.

Sind die beiden verschiedenartigen Metalle an den beiden Enden zu einer geschlossenen Kette zusammengelöthet und haben entweder die Löthstellen sowie die Metalle selbst dieselbe Temperatur, oder die beiden

Löthstellen eine andere, als die beiden Metalle, dabei aber eine gleiche; so heben die von jedem Metall über die beiden Löthstellen nach dem anderen Metalle einander entgegenkommenden Schwingungen einander auf, da sie in allen Schwingungsphasen gleiche und entgegengesetzte Bewegungsmomente besitzen. — Ist aber eine Differenz der Temperatur in den Löthstellen bei ursprünglich gleicher Temperatur beider Metalle vorhanden, wobei es gleichgiltig ist, ob die eine unmittelbar oder durch Bestrahlung erwärmt, oder ob die andere abgekühlt worden; so müssen die von den verschieden warmen Enden eines jeden einzelnen Metalles durch die Löthstellen nach dem anderen Metalle übergehenden Wärmeschwingungen, weil ihnen andere, und zwar verschiedene, ununterbrochen entgegenkommen, auch einen Schwingungszustand der Molekel außerhalb der Gleichgewichtslage, aber um ihren Gleichgewichtspunkt hervorbringen, wobei übrigens jedes Metall gewissermaßen den Schließungsbogen für die elektrische Bewegung bildet.

Zur besseren Vorstellung des Vorganges, für welchen wir im Folgenden durch feststehende Thatsachen die Bestätigung seiner Richtigkeit aufsuchen wollen, diene Figur 10.



ab bedeutet die ursprüngliche Gleichgewichtlage eines Molekels, dessen Schwerpunkt wir uns in x denken; durch diejenige von den beiden einander entgegenkommenden Schwingungen, welche ein größeres Bewegungsmoment besitzt, wird es in die Lage cd entweder jenseits oder diesseits der Gleichgewichtslage gedreht, je nach der Richtung der größeren Kraft. In dieser Lage der Hauptschwingung macht nun das Molekel ununterbrochen Nebenschwingungen, so lange als in den Metallen noch ein Wärmeunterschied vorhanden ist; denn die ursprünglichen Kohäsionsverhältnisse ziehen es aus der Lage cd zurück in die Lage op; aber die Stoßkraft der stärkeren Schwingung führt es nicht blos in die alte Lage cd zurück, sondern, weil es einmal in Bewegung begriffen ist, noch darüber hinaus in die Lage mn. Weil es aber hier jenseits der erzwungenen neuen Gleichgewichtslage cd sich befindet, so muß es wieder zurück und geht nun nach den Schwingungsgesetzen nicht blos bis cd,

sondern darüber hinaus. So nun macht das Molekel um die Lage seiner Hauptschwingung cd so lange Nebenschwingungen als der Unterschied der Schwingungskräfte der beiden Wellensysteme die durch die Kohäsion bedingte Kraft des Zusammenhanges der Molekel noch zu ändern vermag.

Bei diesen Schwingungen ist aber noch ein für eine ganze Reihe höchst räthselhaft auftretender Erscheinungen maßgebender Umstand zu berücksichtigen. Nämlich die Schwingung des Molekels auf dem Hinwege von der Lage op aus in die Lage mn geschieht in einer kürzeren Zeit als die Schwingung auf dem Rückwege aus der Lage mn in die von op; der Hinweg gibt die Ladungsstöße an, bei welchen die Bewegung durch die elektromotorische Kraft in gleicher Richtung stetig unterstützt wird; der Rückweg die Entladung, welcher diese Kraft entgegenwirkt. Allein daraus, daß die Ladungsstöße ein größeres Bewegungsmoment haben, läßt es sich z. B. erklären, daß das Quecksilber, in welches ein elektrisch bewegter Leitungsdraht gehalten wird, um diesen eine Drehung im Sinne der Stoßrichtung (des sogen. positiv elektrischen Stromes) annimmt. Da die Umkehrung der Entladungsdrähte eine Verschiedenheit in der Erwärmung zeigt (wie Rieß ermittelt hat), so ist dieses eine Bestätigung für die Behauptung, daß die Ladungsstöße ein größeres Bewegungsmoment besitzen, als die rückgängigen Entladungen. Auch beim Magneten und seinem Einflusse auf die Bewegung des elektrischen Lichtes kommen wir darauf zurück.

Aus dieser Vorstellungsweise ergibt sich ganz natürlich, daß zwischen zwei nach Beschaffenheit und Gestalt vollkommen übereinstimmenden Metallen ein davon verschiedenes sich unwirksam zeigen muß, weil in ihm eine vollständige Aufhebung (Interferenz) der einander entgegenkommenden Schwingungen derselben Art und Stärke stattfindet.

Je größer bei zwei bestimmten verschiedenartigen Metallen der Unterschied der Temperatur an den Löthstellen ist ohne Rücksicht auf die absolute Temperatur der einen oder der anderen, desto mehr müssen die Schwingungen in dem einen Metalle durch die von dem anderen herkommenden über die Gleichgewichtslage hinausgeführt werden, wobei drei wichtige Umstände zu berücksichtigen sind:

1. die Weite der Hauptschwingung, also die Bewegung von ab bis in die Lage cd,

2. die Weite der Nebenschwingung von op nach mn, welche um jene stattfindet, und

3. die Schwingungsdauer oder Schwingungszahl der letzteren.

Die Hauptschwingung wächst bei zwei bestimmten Metallen mit dem Wärmeunterschiede der beiden Löthstellen, die Nebenschwingung ist von der Natur und der Leitungsfähigkeit der beiden angewendeten Metalle abhängig.

In dem weiteren Verlaufe der Untersuchungen über die Wirkungen der elektrischen Bewegungen spielen alle drei gleichzeitig auftretenden Bewegungsformen eine wesentlich Rolle; nämlich:

die Weite der Hauptschwingung bedingt die in der Physik mit dem Namen Intensitätserscheinungen bezeichnete Wirkung (beim Lichte die Helligkeit, beim Schalle die Stärke);

die Menge der Nebenschwingungen und ihre Weite erzeugt die sog. Quantitätserscheinungen (beim Lichte die Farbe, beim Tone die Höhe).

Jene wächst mit der Anzahl, diese mit der Flächenausdehnung der Glieder einer galvanischen Kette, wenn eine solche zur Erregung der Elektrizität angewendet wird; dort (Säule) vermehren die folgenden Kettenglieder durch ihre Spannung die durch die früheren erzeugten Elongationen oder Schwingungsweiten, hier (bei der einfachen Kette) wird bei einer bestimmten Spannung durch die mit der Flächenerweiterung der Kettenglieder verbundene schnellere Ladung und Entladung die Menge der Schwingungen vermehrt; in der Säule treten, wie wir noch sehen werden, die magnetischen, physiologischen und mechanischen (das Telegraphiren), in der einfachen Kette die chemischen, thermischen und optischen Erscheinungen kräftiger hervor, da letztere einer größeren Schwingungszahl bedürfen, wie es die Farben des prismatischen Spektrums beweisen. — In der Säule ist der Leitungswiderstand gegen die Fortpflanzung der Schwingungen größer als in der Kette, deshalb wächst auch die Elongation mit wachsender Gliederzahl, indem derselbe Widerstand es verhindert, daß die einmal hervorgebrachte Schwingung rückgängig werde.

In der Kette können wegen des geringen Widerstandes (des Beharrungszustandes) die Schwingungen rascher aufeinander folgen, erlangen aber eine geringere Weite oder Spannung, weil ihnen die rückgängige Bewegung in gleicher Weise erleichtert ist. — Dort ist gewissermaßen ein tiefer Ton mit langsamen und weiten Schwingungen, hier aber ein hoher und durchdringender mit schnellen und engen Schwingungen.

Mit wachsendem Leitungswiderstande innerhalb der Kette selbst muß die Hauptschwingung (Magnetismus) abnehmen, die Schwingungszahl der Nebenschwingung aber zunehmen, was sich auch deutlich in der Verminderung der physiologischen und Vermehrung der chemischen Wirkungen zeigt.

Eine Berücksichtigung aber verdient noch der Schließungsbogen. Bei der kontinuirlichen Entladung (Strom) muß unter übrigens gleichen Umständen (bei bestimmter Masse des Drahtes und gewisser elektromotorischen Kraft) die Länge des Leitungsdrahtes den Widerstand vermehren, die Decke vermindern, weil dort mehr Massentheile in der Bewegungsrichtung liegen und an den Schwingungen in dieser gemeinsamen Richtung theilzunehmen gezwungen sind als hier, wo der seitlichen Ausbreitung durch eine größere Oberfläche bei bestimmter Masse ein geringerer Widerstand entgegen steht; dort tritt die Hauptschwingung (Intensitätswirkung), hier die Nebenschwingung (Quantitätswirkung) kräftiger hervor.

Für ein bestimmtes Kraft- oder Bewegungsmoment steht nun die Verminderung der Schwingungsweite im umgekehrten Verhältnisse der Schwingungszahl. Wenn also z. B. bei einer bestimmten Kette nicht ein dicker, sondern nur ein dünner Leitungsdraht glühend wird, so ist dieses sehr natürlich, weil ein bestimmtes Bewegungsmoment in einer kleineren Masse eine größere Geschwindigkeit (schnellere Schwingungen) erzeugen muß, als in der größeren.

Je kürzer und dünner der Leitungsdrath einer bestimmten galvanischen Kette ist, desto höher wird auch seine Temperatur, weil sich ein bestimmtes Bewegungsmoment in einer kleineren Masse wirksamer zeigen muß, als in einer größeren.

Eine gewisse Kraft, welche elektrische Schwingungen hervorruft, mag sie nun als Ganzes, wie in den Quantitätserscheinungen oder als Summe einzelner Theile, wie in den Intensitätserscheinungen auftreten, kann auch nur eine gewisse Wirkung erzeugen, oder der mechanische, in der Schwingungskraft liegende Erfolg muß seiner Gesammtgröße nach ein ganz bestimmter sein.

Für die oben aufgestellte Ansicht von der Natur der Elektrizität und von ihrem Zusammenhange mit anderen Erscheinungen gibt es eine große Menge bestätigender Thatsachen. Wenn ich zur Klärung der nicht selten geheimnißvollen und verwickelten Verhältnisse noch eine Reihe experimentell feststehender Ergebnisse anführe und ihren Zusammenhang nachzuweisen suche, so muß ich voraus bemerken, daß es nicht ausführbar ist, die Erscheinungen vereinzelt und in strenger Absonderung zu behandeln.

Wenn man Säulen aus schief gegen die Axe gelagerten unkrystallinischen Plättchen desselben Metalles (Silber, Kupfer, Zink, Messing, Neusilber) zusammensetzt und entweder nur die obere oder nur die untere

Kante erwärmt, so zeigt die Säule für diese beiden Fälle entgegesetzte elektrische Bewegungen (Ströme) im Leitungsdrahte, indem die Massentheilchen auf entgegesetzten Seiten der natürlichen Gleichgewichtslage schwingen.

Ferner zeigen sich an den Knotenlinien der beim Tönen von Scheiben sich bildenden Klangfiguren deutliche Spuren von Elektrizität, denn zwei durch eine Knotenlinie geschiedene Theile der Scheibe besitzen in jedem Augenblicke entgegengesetzte Schwingungsphasen, welche in der Knotenlinie durch Rückwirkung der Kohäsion gegen die Elastizität des Stoffes nicht blos einfache Schwingungen (Hauptschwingung) bleiben können, sondern außerdem noch in Nebenschwingungen außerhalb der Gleichgewichtslage bestehen müssen.

Zieht man aus Metall, besonders aus Wismut oder Antimon, Drähte mit dicken und dünnen oder harten und weichen Stellen; so bilden sich durch Erwärmung oder Abkühlung an einer bestimmten Stelle ebenfalls die zusammengesetzten elektrischen Schwingungen, weil die Wärmeschwingungen an den harten Stellen verzögert, an den weichen beschleunigt werden.

Bietet ein Körper in seiner ganzen Ausdehnung nicht die geringste Verschiedenheit dar, so fehlen die Bedingungen zu einem elektrischen Strome; es können nur Wärmeschwingungen mit einer nach allen Richtungen hin gleichmäßig wirkenden Kraft stattfinden. Geschieht aber wie z. B. bei einem Aluminiumstabe, dessen Enden ungleich erwärmt werden, die Wärmeausgleichung nach entgegengesetzten Richtungen ungleichmäßig, so zeigt sich der Kampf der beiden einander entgegen kommenden Schwingungen als elektrischer Strom. Der Turmalin aber wird durch Erwärmung gewissermaßen zu einem elektrischen Magneten mit Polarität.

Wenn zwei Körper überhaupt nur die geringste Verschiedenheit in der Härte, Farbe, Politur oder Temperatur oder bei demselben Wärmegrade eine verschiedene Wärmekapazität oder ein verschiedenes Wärmeausstrahlungsvermögen darbieten; so sind ihre Molekel in einem verschiedenen Schwingungszustande und bringen bei ihrer Berührung in einem metallischen Schließungsbogen elektrische Schwingungen hervor.

Daraus ergibt sich, daß die Elektrizität im Naturhaushalte eine sehr umfangreiche und äußerst wichtige Rolle spielt.

Wenn bei einem selbst nur aus einem einfachen Metalle bestehenden Leitungsdrahte dicke und dünne Stellen miteinander abwechseln, so können die letzteren durch Elektrizität bedeutend erwärmt werden, ungeachtet dieses bei den ersteren nicht der Fall ist. Hier findet also auch ein

merkwürdiger Zusammenhang zwischen elektrischen und thermischen Schwingungen statt, indem die einen in die anderen übergehen.

Die Verwandtschaft von Elektrizität und Wärme ist eine so innige, daß sie sich förmlich in einander verwandeln lassen. Besteht nämlich der Schließungsdraht einer voltaischen Kette von hinreichender Stärke abwechselnd aus gleich langen und gleich dicken aneinander gelötheten Platin- und Silberdrahtstücken und wird die elektromotorische Kraft zu keinem anderen Zwecke verwendet; so werden jene alle gleichmäßig erwärmt und glühend, diese aber nicht, wobei es gleichgiltig ist, welches Metall den positiven Pol berührt. Daß also hier abwechselnd Elektrizität zu Wärme und diese zu jener wird, und zwar ohne Aenderung der Bewegungsgröße, ist klar, weil sonst alle folgenden Platinstücke die gleiche Temperatur nicht erlangen würden. Der Grad der Wärme steht mit der Leitungsfähigkeit natürlich im umgekehrten oder mit dem Leitungswiderstande im geraden Verhältnisse. Der letztere verwandelt die Elektrizität in Wärme.

Die elektrischen Schwingungen enthalten also in sich zunächst die Bedingungen zu Wärmeschwingungen, denn die außerhalb des Gleichgewichtspunktes der Molekel liegenden Atome schwingen jedes für sich jenseits oder diesseits ihrer ursprünglichen Lage. Es läßt sich daher leicht denken, daß, weil die Ladungsstöße kräftiger sind, als die der Entladung, bei einer bedeutenden elektromotorischen Kraft die Gleichgewichtspunkte der Molekel selbst auch in Schwingungen gerathen, daß also dadurch die Temperatur des Leitungsdrahtes erhöht, und daß sogar eine Zerstörung desselben dann hervorgebracht wird, wenn die Weiten der Schwingungen über die Gränzen der Kohäsion gehen; also: der Leitungsdraht wird warm, er beginnt zu rauchen, indem sich außerordentlich kleine Theilchen bei ihren Schwingungen ablösen, er glüht und schmilzt endlich zu Hohlkügelchen auseinander. Es ist daher leicht erklärlich, daß Drähte aus verschiedenen Metallen (Eisen, Zinn, Zink) einen eigenthümlichen Geruch verbreiten, wenn sie hinreichend kräftige Elektrizität leiten.

Die dabei gleichzeitig auftretenden Lichtschwingungen haben darin ihren Grund, daß der äußerst zarte Weltäther durch die sehr schnellen Schwingungen der massigen Stoffmolekel und Atome zu außerordentlich schnellen stechenden Schwingungen zwischen jenen angeregt wird. — Die Verschiedenheit der Färbung der elektrischen Funken je nach den Stoffen der angewendeten Elektroden ist ein deutliches Zeichen davon, daß von den letzteren kleine Theile abgerissen und glühend werden. Eine Bestätigung davon, daß die Verschiedenheit der Farben wirklich von der

Natur der Stoffe abhängt, liegt darin, daß der elektrische Funken, wenn er auch nur durch verschiedene Gase geht, verschiedene Farben zeigt (in Kohlensäure grünlich, in Stickstoffoxydul karmoisin).

Weil Wärme allein in Schwingungen der Molekel der irdischen Körper jenseits und diesseits ihrer natürlichen Gleichgewichtslage mit den Schwerpunkten der Molekel, Elektrizität allein in Schwingungen blos jenseits oder diesseits dieser Lage um die Schwerpunkte der Molekel besteht; so kann eine überall gleichmäßige Wärme in einem Körper von durchweg gleichmäßiger Beschaffenheit noch keine Elektrizität, aber Elektrizität in einem Körper wol Wärme erzeugen.

Bei dieser Auffassungsweise der Vorgänge ist es auch klar, daß eine Erwärmung des Leitungsdrahtes durch eine äußere Wärmequelle den Widerstand gegen die Bildung elektrischer Schwingungen vermehren muß, weil bei der Wärme die Molekel mit ihren Gleichgewichtspunkten schwingen, also durch ihr Bewegungsmoment der Entstehung einer Nebenschwingung um die Schwerpunkte um so weniger zugänglich sind, je mehr sie schon schwingen. Wird der Leitungsdraht abgekühlt, so ist dadurch die Entwickelung der Elektrizität in der angewendeten Säule kräftiger, es wird mehr Zink zersetzt und es bildet sich mehr Wasserstoff. Daß bei Isolatoren der Leitungswiderstand mit ihrer Erwärmung abnimmt, ist nur eine scheinbare Ausnahme.

Wenn aber bei einem Alumniumstabe die beiden Enden ungleich erwärmt sind, und so Wärmeschwingungen von ungleicher Weite und Schwingungszahl einander entgegenkommen, so muß durch das Zusammentreffen als Koinzidenzerscheinung eine elektrische Bewegung oder ein elektrischer Strom entstehen.

Es ist ferner bemerkenswerth und den oben aufgestellten Ansichten vollkommen entsprechend, daß die Elektrizitätsleiter durch Reiben sich leicht erwärmen lassen die unelektrischen Nichtleiter schwer; aber die elektrischen Nichtleiter um so leichter, je stärker sie elektrisch sind.

Eine höchst überraschende und sehr interessante Bestätigung des oben angegebenen Zusammenhanges zwischen thermischen und elektrischen Schwingungen gibt auch die folgende Thatsache. Sind zwei Streifen verschiedenartiger Metalle (Antimom und Wismut) an ihren Enden zusammengelöthet und leitet man durch die geschlossene Thermokette eine ununterbrochene elektrische Bewegung (einen elektr. Strom), so zeigen die Löthstellen einen Wärmeunterschied, weil nach der Natur der beiden Metalle das eine die Schwingungen verzögert, das andere sie beschleunigt und die Löthstellen für beide einen Uebergangswiderstand bilden;

26*

also an der einen müssen schnellere (Wärme), an der anderen langsamere (Kälte) Schwingungen eintreten. Durch die auf solche Weise hervorgebrachte Kälte kann Wasser sogar in Eis verwandelt werden.

Für die Entwickelung einer mechanischen Theorie der Elektrizität scheint es mir wichtig, festzuhalten, daß hier die Molekel *nicht mit* ihren Schwerpunkten schwingen, wie bei der Wärme, sondern nur *um* sie. Es müssen demnach alle Versuche scheitern, welche bezwecken, aus der Elektrizität eine gleiche Kraftquelle zu schaffen, wie wir sie aus der Benutzung der Wärme kennen.

c) Wesen des Magnetismus.

Aus der obigen Auffassung von dem Wesen der Elektrizität ergibt sich ferner noch mit Leichtigkeit das des Magnetismus.

Die Atome der Molekel schwingen nicht blos um die Gleichgewichtspunkte der Molekel jenseits und diesseits, sondern blos *theils* jenseits, *theils* diesseits, und befinden sich während der Zeit der elektrischen Bewegung durch den Draht theils *nur* jenseits, theils *nur* diesseits jener Lage. Diese vorübergehend und in der vorigen Zeichnung durch die Lage cd dargestellte und *festgehaltene Viertelschwingung* des ab *ist der Magnetismus* (Thermo-, Elektro-Magnetismus). Diese Auffassungsweise zeigt aufs deutlichste, daß der Magnetismus mit der Elektrizität zwar unzertrennlich verbunden, aber nicht dasselbe ist. Dieses ist der rothe Faden, welcher durch die Lehre beider geht und alle Räthsel lösen läßt.

Es hängt nun wesentlich von der Wahl des Metalles ab, ob diese erzwungene Viertelschwingung der Molekel mit dem Aufhören der elektrischen Bewegung auch aufhören oder ob sie für die Dauer bleiben wird. Bei dem Stahle mit seinem krystallinischen Gefüge und dem zackigen Bruche ist die Gestalt und Lagerung der Atome und Molekel der Art, daß er die so in ihm erzwungene Anordnung nicht mehr aufgibt, also ein *bleibender Magnet* geworden ist; daß aber auch das Eisen, selbst wenn es ganz weich gewesen ist, nach einer bleibenden Veränderung strebt, zeigt sich darin, daß es durch andauernde elektrische Bewegung härter und spröder wird und auch den Magnetismus einigermaßen annimmt. Bei anderen Metallen ist dieses viel weniger der Fall, aber der Einfluß der Molekularbewegung zeigt sich darin, daß ihre Kohäsion und Elastizität sich vermindert. Daß die Massentheilchen eines

Stabes aus weichem Eisen durch das Magnetisiren wirklich eine einseitig fixirte Lage erhalten haben, ergibt sich auch daraus, daß der Stab in der Richtung der magnetischen Axe die Wärme am schlechtesten, in der darauf winkelrechten am besten leitet. Das elektrische Leitungsvermögen wird indeß nicht merklich geändert, also stimmt die magnetische Schwingung mit der elektrischen mehr überein, als mit der thermischen.

Die Stärke des Magnetismus ist abhängig von der Weite der erzwungenen Schwingung cd über die Gleichgewichtslage ab hinaus. Wird daher durch Erwärmung eines Magnetstabes der Zusammenhang seiner Molekel gelockert, so können sie nach und nach in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren, und der Magnetismus verschwindet allmählig, bei der Glühhitze ganz. Die Thatsache, daß Wärme den Magnetismus schwächt, ist also in höchst einfacher Weise auf seine oben angegebene Natur zurückgeführt.

Die Wärme ist unter Umständen aber auch der Annahme des Magnetismus günstig. Zieht man nämlich ein glühendes Stahlstück durch einen kräftigen Magneten aus dem Feuer und läßt es sich an ihm abkühlen, so ist es ein starker Magnet geworden, weil die Molekel sich in der neuen (magnetischen) Lage leicht festsetzen konnten. Dasselbe ist der Fall, wenn man einen Eisenstab in der Richtung der magnetischen Neigung des betreffenden Ortes glühend macht und dann mit kaltem Wasser ablöscht.

Wenn ein nicht magnetischer Eisenstab durch eine elektrische Bewegung magnetisirt wird und man dreht ihn dabei um seine Achse, so wird sein Magnetismus stärker oder schwächer, jenachdem die Drehung geschieht und die Richtung der elektrischen Schwingungen stattfindet. Aber gedrehte Eisenstäbe drehen sich auch zurück, wenn sie magnetisirt werden und die magnetische Schwingung eine entgegengesetzte Richtung hat. Dieses ist eine der augenscheinlichsten Bestätigungen für die Richtigkeit der obigen Theorie und zugleich der in ihr liegenden Behauptung, daß sowohl der elektrische, als auch der magnetische polare Gegensatz nicht etwa in den Hälften des Drahtes, oder Stabes zu suchen ist, sondern daß ihn jedes Molekel besitzt, so daß alle Theilchen ringsum die gleichnamige Polarität nach einerlei Richtung zeigen.

Eine andere Bestätigung liegt in einer Schallerscheinung, welche man in zweifacher Weise hervorbringen kann. Ein Stahlstab tönt mit Längenschwingungen in dem Augenblicke, in welchem man ihn diskontinuirlich magnetisirt, d. h. durch gewisse Vorrichtungen es dahin bringt, daß die magnetische Polarität längs des Stabes wiederholt wechselt. Aber auch ein

Eisenstab tönt, wenn durch andere Hilfsmittel die Richtung der durch ihn geleiteten elektrischen Bewegung wiederholt schnell gewechselt wird. In jenem Falle bewirkt der Kampf der beiden in den Schwingungen liegenden Kräfte, welche die Gränztheilchen nach entgegengesetzten Richtungen hinziehen, den Schall nur so lange, bis die Theilchen endlich in die feste Lage getreten sind, in diesem Falle muß jedes Theilchen wiederholt bald nach jenseits, bald nach diesseits seiner Gleichgewichtslage schwingen, so daß es wirklich anhaltend vollständig viertheilige Schallschwingung macht.

Hierbei ist ganz besonders der Umstaud wichtig, daß nicht die Länge des Drahtes von bestimmter Dicke, sondern die Kraft der elektrischen Bewegung die Höhe des Tones bestimmt, denn er gibt den Beweis dafür, daß zu jedem sogenannten elektrischen Strome auch eine gewisse Schwingungszahl des Nebenstromes gehört.

Ebenso liegt es in der Natur der Sache, daß ein Eisenstab auch erwärmt werden muß, wenn man ihn oft und schnell genug (z. B. durch Anwendung eines Stromwenders, Blitzrades) abwechselnd magnetisirt und durch Unterbrechung der elektrischen Bewegung entmagnetisirt; denn geschieht letzteres, so kehren die Massentheilchen sofort nicht nur in ihre ursprüngliche Gleichgewichtslage zurück, sondern nach dem Beharrungsvermögen darüber hinaus, und machen so vollständige Schwingungen. — Da ein Eisenstab, welchen man in die Richtung der Neigungsnabel des betreffenden Beobachtungsortes bringt, durch den Einfluß des Erdmagnetismus sofort zu einem Magneten mit einer bestimmt gerichteten Polarität wird; so muß sich in ihm ein sogenannter elektrischer Strom und auch Wärme entwickeln, wenn man ihm im magnetischen Meridiane um die durch seine Mitte lothrecht gehende Axe schnell dreht; denn dadurch wird die Polarität des Stabes fortwährend umgekehrt und jedes Molekel gezwungen, bald diesseits bald jenseits seiner Gleichgewichtslage zu schwingen. Ladung und Entladung folgen ununterbrochen aufeinander. Bei der raschen Umdrehung der Eisenstange aus der einen Inklinationsrichtung in die darauf folgende, will die in der ersten Lage durch den Erdmagnetismus auf einen Augenblick zur Ruhe gebrachte magnetische Viertelschwingung während der Drehung in die zweite Lage mit $^3/_4$ einer Schwingung in die Gleichgewichtslage zurückschlagen, wird aber nach der Umkehrung der Stange durch den Erdmagnetismus genöthigt noch etwas über das zweite Viertel hinauszugehen, ehe die durch den Erdmagnetismus bedingte neue Lage erreicht ist, und daher macht jedes Molekel eine einzelne Schwingung um die neue magnetische Lage,

also außerhalb der unmagnetischen Gleichgewichtslage, d. i. es zeigt eine augenblickliche elektrische Bewegung, wie sie zu einem elektrischen Strome gehört und den man mit allen seinen Wirkungen durch fortgesetztes Drehen des Eisenstabes allerdings erhält.

Die bekannten Gesetze, daß einerseits nicht nur gleichnamige Elektrizitäten, sondern auch gleichnamige Magnetismen einander abstoßen und andererseits ungleichnamige Elektrizitäten, sowie ungleichnamige Magnetismen einander anziehen, haben eine Erweiterung dahin erfahren, daß auch Elektrizität und Magnetismus, wenn sie gleichnamig sind, Abstoßung zeigen, wenn aber ungleichnamig eine Anziehung. Dieses ist ein außerordentlich deutliches Zeichen davon, daß im Magnetismus eine Beziehung liegt, welche auch der Elektrizität zukommt und dieses gemeinschaftliche Moment liegt in der That in der obigen Vorstellung.

Wir treten der Gewißheit davon noch näher, wenn wir festhalten, daß bei dem Bestreben der Anziehung die Bewegungsrichtung der Atome dieselbe, bei dem der Abstoßung aber eine entgegengesetzte ist,*) und daß eine Bewegung nach einer gewissen Richtung in einem benachbarten Körper dieselbe Bewegungsrichtung erzeugen will.

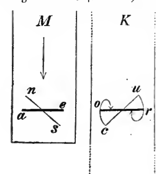
Hierauf beruhen die Erscheinungen der magnetoelektrischen Induktion.

d) Magnetismus erzeugt Elektrizität.

Der Magnetismus mit seiner nach ¹/₄ der Schwingung starr festgehaltenen gleichsam erstorbenen Schwingung bleibt kalt und leblos, die elektrische vollständige Schwingung ist warm und lebendig, gleichwie in der organischen Welt Leben und Elektrizität unzertrennlich sind. Daher kann ein Magnet nur dann eine elektrische Bewegung (einen sogenannten elektrischen Strom) in einem benachbarten Körper hervorbringen, wenn die in ihm nach ¹/₄ der Schwingung festgehaltene Lage der Molekel durch Bewegung des ganzen Magneten auch die Molekel eines neben ihm parallel gehaltenen und in sich dann ununterbrochen zusammenhängenden Kupferdrahtes in dieselbe Bewegung zu ziehen sucht. Diese Neigung eines Körpers oder seiner Molekel, in einem ihm benachbarten denselben Zustand hervorzubringen, steht nicht etwa vereinzelt da, sondern ist naturgesetzlich. Wir wissen z. B., daß ein bewegtes Pendel ein ruhendes nebenan, aber

*) Siehe meinen Grundriß der Physik, 4. Aufl. 1869, S. 296. (Carl Heymann's Verlag (Julius Imme) Berlin.)

durchaus von ihm abgesondertes (z. B. durch Glas), allmählig auch in Bewegung setzt. Wir wissen ferner, daß ein über einer leicht drehbaren Kupferscheibe gedrehter Magnet auch die abgesonderte Kupferscheibe in eine Drehung in derselben Richtung versetzt, indem die Molekel des Magneten die des Kupfers in dieselbe Schwingungslage zu bringen das Bestreben haben.



Ist in Fig. 11 M ein Magnetstab, bedeutet a e die Lage eines Molekels des Stahles vor seiner Magnetisirung, n s die Lage desselben Molekels im Magneten; ist ferner K ein Stück eines Kupferdrahtes, dessen Enden miteinander verbunden sind, und o r die natürliche Lage eines seiner Molekel: so wird sich sogleich ergeben, daß die Bewegung des Magnetstabes in der Richtung des auf ihm gezeichneten Pfeiles in dem Kupferdrahte sofort eine elektrische Bewegung erzeugt, welche aber auch sogleich aufhört, wenn man mit der Bewegung anhält.

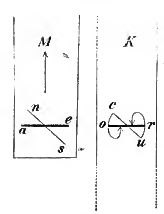
Das Molekel a e des Stahles sucht in seiner neuen Lage n s im Magneten bei dessen Herabbewegung das Molekel o r des Kupfers auch herabzubewegen und bringt es in die Lage c u, so daß es $^1/_4$ einer Schwingung gemacht hat. Sowie aber der Magnet jetzt ruht, geht das Molekel c u sofort in seine ursprüngliche Lage zurück, indem es noch die letzten drei Viertel einer Schwingung macht; denn beim Zurückgehen nach o r kommt es hier mit einer gewissen Geschwindigkeit an, diese treibt es nach dem Beharrungsvermögen darüber hinaus mit abnehmender Geschwindigkeit wegen der rückwirkenden Kraft der Kohäsion, und letztere führt es endlich in seine natürliche Gleichgewichtslage, in welcher es durch den gleichen Widerstand der vor- und rückwärts liegenden Theilchen (wie bei einem Knalle) erhalten wird, ohne daß noch Schwingungen von Bedeutsamkeit geschehen.

Im Kupferdrahte waren bereits Wärmeschwingungen von irgend einer Kraft vorhanden, ehe der Magnet ihm genähert wurde; dieser dreht bei seiner Annäherung die Molekel des Drahtes auf die eine Seite der Gleichgewichtslage, er vermag sie aber beim Kupfer nicht so wie beim Eisen darin zu erhalten, und daher entsteht in jenem auch nur eine einzige elektrische Schwingung.

So haben wir also eine vorübergehende augenblickliche elektrische

Bewegung im Kupfer, welches nach seiner Natur nicht (wie der Stahl) fähig ist, die eingepflanzte Schwingung festzuhalten; denn bei den $^3/_4$ der Schwingung haben die ersten $^2/_4$ eine andere Richtung, als das letzte $^1/_4$, was also einer einseitigen schwingenden Bewegung entspricht. Die beim Hinbewegen des Magneten entstandene Viertelschwingung (von or bis cu) ist nicht der sogen. elektrische Strom, sondern gibt nur die Spannungslage an, dieser tritt erst ein beim Aufhören der Bewegung des Magneten und hat eine der Spannungslage der Molekel im Magneten entgegengesetzte Richtung. In der Physik pflegt man zu sagen: der induzirte Strom hat bei der Annäherung des Magneten eine dem induzirenden entgegengesetzte Richtung.

Wird nun beim Entfernen des Magneten seine Bewegung in der entgegengesetzten Richtung vorgenommen, wie es der Pfeil in Figur 12 angibt, so müssen die Schwingungen der Molekel des Kupferdrahtes zwar in derselben Weise, wie vorhin, aber in der entgegengesetzten Richtung und so geschehen, wie es die Zeichnung angibt. Beim Entfernen des Magneten hat also der induzirte elektrische Strom mit dem induzirenden dieselbe Richtung.



Entgegengesetzte Magnetpole erzeugen bei derselben Bewegungsrichtung entgegengesetzte, bei entgegengesetzter Bewegung aber gleichgerichtete elektrische Bewegungen, so daß dieselben verstärkt werden, wenn man bei Anwendung von zwei Magneten den einen Pol des einen nähert und gleichzeitig den ungleichnamigen des anderen entfernt.

Für den Erfolg ist es gleichgiltig, ob man den Magneten am ruhenden Drahte oder den Draht am ruhenden Magneten bewegt.

Sollen die elektrischen Bewegungen im Drahte sich wiederholen (ein kontinuirlicher Strom) und auf jede Entladung immer wieder eine Ladung erfolgen, so müssen auch schnell abwechselnde Bewegungen vorgenommen werden.

Statt daß die elektrische Erregung durch einen Stahlmagneten vorgenommen wird, kann dies auch durch einen anderen Kupferdraht geschehen, durch welchen eine fortwährende elektrische Bewegung geleitet

wird, denn wir wissen, daß auch bei ihr der Magnetismus vertreten ist, indem die lebendigen Schwingungen jenseits oder diesseits der Gleichgewichtslage geschehen. In der Physik nennt man diesen Zusammenhang der Erscheinungen die elektro-elektrische Induktion*) Es ist nach dem Gesagten leicht erklärlich, daß bei der Entstehung und Vernichtung (Schließen und Oeffnen der Kette) der erregenden elektrischen Bewegung dasselbe in dem Kupferdrahte geschehen muß, was stattfand, wenn beziehungsweise ein Magnet genähert oder entfernt wird, oder auch wenn in seiner Nähe die entgegengesetzten Pole zweier gleichstarker Magnete miteinander in Berührung kommen oder auseinander gerissen werden.

Wenn schon diese Vorgänge eine neue willkommene Bestätigung für unsere Auffassung von dem Wesen der Elektrizität und des Magnetismus enthalten, so stimmt dieselbe doch auch noch mit allen anderen Erscheinungen so vollkommen, daß nirgends ein Widerspruch hervortritt. Je wärmer z. B. das Kupfer ist, in welchem die Elektrizität hervorgerufen werden soll, oder je größer die Kraft der Wärmeschwingungen seiner Molekel ist, desto weniger kräftig können unter übrigens gleichen Umständen (Stärke des Magneten, Entfernung, Lage und Beschaffenheit des Kupferdrahtes) die elektrischen Schwingungen werden.

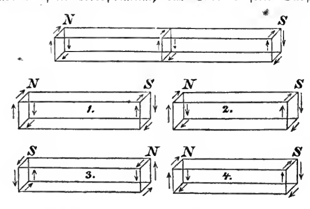
Fassen wir die auch nur bisjetzt hier aufgeführten Erscheinungen zusammen, so läßt sich der Satz aufstellen:

der elektrische Strom ist in Bewegung begriffener Magnetismus und Magnetismus ist in der Spannungslage zur Ruhe gebrachte Elektrizität.

Nach unserer Auffassungsweise haben die Molekel bei der Anziehung sowohl zweier Magnete als auch zweier elektrischer Körper eine gleiche Lagerung, wodurch sie befähigt sind, ein harmonisches Ganzes zu bilden. Es bleibt einer späteren Untersuchung vorbehalten zu zeigen, daß die Körper selbst in einem solchen Zustande nicht selbstthätig einander anziehen, sondern daß sie durch eine außer ihnen liegende Kraft dazu gezwungen werden.

*) Bei dieser Gelegenheit will ich eine häufig noch vorkommende irrthümliche Auffassungsweise in Betreff der Elektrisirung von Körpern berichtigen, um den Ausdruck von einer „Mittheilung" der Elektrizität zu beseitigen. Besitzt nämlich der Körper A positive Spannungselektrizität, so hebt er den indifferenten Zustand des genäherten isolirten Leiters B auf, indem das genäherte Ende von B negativ, das entferntere positiv wird. Wenn nun bei hinreichender Näherung beider Körper die negative des B durch die positive des A aufgehoben wird, so hat B allerdings nur positive Elektrizität; er hat dieselbe aber von A nicht mitgetheilt erhalten, selbst wenn A seine Elektrizität ganz oder theilweise verloren hat.

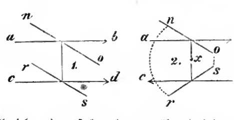
Es stelle Fig. 13 NS einen Stahlmagneten dar, bei welchem nach Andeutung der kleinen Pfeile alle Molekel eine solche Viertelschwingung gemacht haben, daß die Bewegung in einer von N nach S hin links gewundenen Spirale vollzogen zu sein scheint. In diesem Falle zeigt das Ende N freie Nordpolarität, das Ende S freie Südpolarität.



Zerbricht man den Stab, sei es auch in seiner Mitte, wo er als Ganzes keinen freien Magnetismus zeigt; so besitzen die Bruchstücke 1 und 2, ohne daß irgend eine Aenderung in der Schwingungsrichtung der Molekel eingetreten ist, an ihren einander gegenüberstehenden Bruchflächen entgegengesetzte Polarität, aber die beiden Magnete ziehen gerade hier einander an, und wollen wieder ein Ganzes bilden. Hierbei haben die Molekel aller vier Paare einander gegenüberstehender Flächen dieselbe Bewegungsrichtung.

Das Bestreben selbst ganzer Körper eine gleiche Lage anzunehmen, zeigt sich in den allergewöhnlichsten Erscheinungen, wenn auch von Elektrizität und Magnetismus nicht die Rede ist. Zwei auf dem Wasser schwimmende und gegeneinander schief liegende Holzstäbe legen sich bald in ihrer Längenrichtung aneinander. — Eine frei sich um eine Axe drehende Kugel zeigt das Bestreben ihre Axe mit der Erdaxe parallel zu stellen. Ueberall das Streben nach Einheit!

Kehrt man aber das erste Bruchstück um und bringt es in die Lage von 3, so zeigt sich in ihm eine Bewegungsrichtung der Molekel, welche einer von S nach N hin rechts gewundenen Spirale entspricht; die einander jetzt zugewendeten Enden der Bruchstücke besitzen gleichnamige Pole und die Bewegungsrichtung der einander gerade gegenüberstehenden Molekel ist eine entgegengesetzte; die Folge davon ist Abstoßung.



In Fig. 14 ist aus 1 sofort zu erkennen, wie bei gleicher Stromrichtung*) oder Bewegungsrichtung der Molekel no und rs leicht ein zusammenhängendes Ganzes (Anziehung) entstehen kann, während bei ungleicher Stromrichtung oder entgegengesetzter Schwingungslage, wie in 2, eine Abstoßung erfolgen muß. Denn wenn wir auch die Kräfte, welche hier den beiden Molekeln die entgegengesetzten Schwingungslagen no und rs anweisen, gleich annehmen, wenn also diese Molekel bei den Schwingungen um ihre Schwer- oder Gleichgewichtspunkte e und u gleiche Winkel beschreiben; so haben sich doch ihre Hälften en und ur in einem größeren Maße voneinander entfernt, als die Hälften eo und us einander näher gekommen sind, und das Endergebniß für die ganzen Molekel muß ein Entfernen von ihrem ursprünglichen Gleichgewichtspunkte x sein. Weil dieses für alle Paare von Molekeln beider ungleichnamig elektrischer oder magnetischer Körper gilt, so ist das Endergebniß Abstoßung. Wenn wir auch die allgemeine Massenanziehung hierbei berücksichtigen; so bringt sie darin keine Aenderung hervor, denn sie tritt in den beiden entfernteren Hälften der elektromotorischen Kraft mit geringerer Stärke entgegen als in den beiden einander näheren.

Wir würden uns von dem Zwecke dieser Schrift allzuweit entfernen, wenn wir alle einzelnen physikalischen Thatsachen auf unsere Theorie zurückführen wollten, wichtig aber für das Bestreben aller Stoffe unter allen Umständen die Einheit zu bewahren oder zu erstreben ist es, die Erscheinungen der Anziehungen und Abstoßungen, das Wesen der sogenannten Spannungselektrizität (statische E.) und die so räthselhafte Entstehung des elektrischen Funkens einer Prüfung zu unterwerfen.

e) Das Wesen der Spannungselektrizität.

Nun wollen wir das Wesen der Spannungselektrizität (statischen Elektrizität) zu ermitteln suchen.

Die verschiedenen Körper haben eine sehr verschiedene Fähigkeit, die elektrischen Schwingungen in sich aufzunehmen und fortzupflanzen.

*) Grundriß der Physik S. 223, 294, 299.

Diejenigen, welche sie, wie die Metalle, in einem hohen Grade besitzen, heißen gute Leiter; wenn sie aber der elektrischen Bewegung nur an der von ihr getroffenen Stelle und deren nächsten Umgebung die Annahme gestatten, ohne sie weiter fortzuführen, wie z. B. das Glas und die Harze, so sind es schlechte Leiter. Wenn zwei gute Leiter durch einen schlechten voneinander getrennt sind (wie bei der leydener Flasche die beiden Metallbelegungen durch Glas), so sind sie voneinander isolirt, und die elektrische Bewegung einer jeden Belegung ist durch den Nichtleiter verhindert, auf die andere überzugehen.

Geht von den beiden Polen einer elektrischen Kette oder Batterie die elektrische Bewegung durch einen geschlossenen Leitungsdraht und zerschneidet man denselben an irgend einer Stelle, so stehen einander ungleichnamige Polaritäten mit gleicher Schwingungs-Richtung der Molekel gegenüber grade wie bei einem zerbrochenen Magnetstabe (Vergl. S. 411). Berührt man nun mit den beiden Drahtenden die beiden leitenden Belegungen der Flasche, so nehmen alle Molekel des Metalles die Schwingungsrichtung der Molekel der Drähte (Elektroden) augenblicklich an, und verharren in der Spannungslage auch nach dem Aufhören der Berührung, weil das dazwischen befindliche Glas die Fortleitung der Bewegung verhindert. So wie in den beiden Drahtenden wegen der übereinstimmenden Schwingungslage der Molekel das Bestreben der Anziehung liegt, so auch eine unbefriedigte Neigung oder eine Spannung zwischen den Molekeln der beiden Belegungen, welche so lange in der einseitigen Schwingungslage verharren, bis ihnen durch einen sie gemeinschaftlich berührenden Leiter die Brücke zur Ausgleichung oder Verbindung gelegt ist; es geschieht dann, wie man zu sagen pflegt, eine Entladung und die in der Spannungslage ruhende Kraft wird augenblicklich zu einer lebendigen. Die Spannkraft ist zwar keine lebendige Kraft, sie kann aber durch eine andere viel kleinere Kraft leicht zu einer lebendigen werden. Eine lebendige Kraft kann nicht blos in eine andere lebendige Kraft umgewandelt werden, sondern auch in Spannkraft. Die Kraft also, welche die Spannung hervorgebracht hat, ist nicht aufgehoben, sondern nur gehemmt und tritt hervor, wenn die Molekel in ihre alte Gleichgewichtslage zurückkehren, wie wenn man einen angespannten elastischen Körper freiläßt.

Es ist bemerkenswerth, daß schon Thales von Milet (640 v. Chr.) die anziehende Kraft des Bernstein mit der eines Magneten zusammenstellte und meinte, daß sie eine Seele hätten. In der That ist der elektrische Spannungszustand vollkommen der des Magnetismus. Wie

bei der Elektrizität die Ausgleichung des Gegensatzes durch irgend einen verbindenden Metalldraht geschieht, so bei dem Magnetismus durch ein die Pole verbindendes weiches Eisenstück (Anker). Der Unterschied zwischen Spannungselektrizität und Magnetismus wird nur durch die Natur der Körper hervorgebracht, an welchen die zur Ruhe gebrachte oder die in Ruhe gehaltene Viertelschwingung erscheint. Für die Elektrizität gelten sehr verschiedene Körper als Leiter, für den Magnetismus fast nur weiches Eisen, jene wird also nur durch verhältnißmäßig wenige, dieser durch sehr viele isolirt erhalten; indeß gibt es auch eine große Anzahl von Stoffen (z. B. die Luftarten), welche beide gut isoliren. — Wenn auch die Weite der Schwingung bei verschiedenen Körpern gleich groß wäre, so ließe sich daraus noch nicht auf eine gleiche elektrische Spannungskraft zurück schließen; denn verschiedene Stoffe setzen derselben elektromotorischen Kraft einen verschiedenen Widerstand entgegen. Es ist, als wenn Zylinder von denselben Abmessungen mit verschiedenen Luftarten gefüllt wären und man die sie schließenden Kolben mit gleichen Gewichten belastete.

Beide, Spannungselektrizität und Magnetismus, werden durch reibende Bewegung erzeugt, wobei es sowohl auf die Natur des geriebenen als auch des reibenden Körpers ankommt, ob der eine oder der andere Zustand überhaupt hervorgebracht werden kann, und wenn er hervorgebracht ist, ob er auf die Dauer erzeugt worden.

Beide besitzen die Fähigkeit, auf die Entfernung in anderen Körpern den Gegensatz, eine gleiche Bewegungsrichtung ihrer Molekel hervorzurufen oder zu induziren (was man in unangemessener Weise Influenz genannt hat), nur mit dem Unterschiede, daß der Magnetismus in seiner Regungslosigkeit so wie in seiner Wirkung auf die Entfernung fast durch keinen Körper gestört wird, die Elektrizität aber durch viele. Der Vorgang ist derselbe, mag man einem Eisenstabe einen Magneten oder einem isolirten Leiter einen elektrischen Körper entgegen halten.

Wird ein Turmalin erwärmt, so zeigt er sich an seinen Enden polarelektrisch, wie ein Magnetstab polarmagnetisch. Zerbricht man den einen so wie den anderen, so zeigen in beiden Fällen die Bruchstücke an den früher verbunden gewesenen Stellen entgegengesetzte Polarität. Cyanit stellt sich auch wie eine freischwebende Magnetnadel.

Das verwandtschaftliche Verhältniß beider zeigt sich darin, daß die Tragfähigkeit eines Magnetpoles in der Nähe eines geladenen Konduktors geschwächt oder verstärkt wird, wie wenn man ihm beziehungsweise den ungleichnamigen oder den gleichnamigen Pol eines anderen

Magneten nähert. Dieses Verhältniß geht noch klarer aus dem folgenden Versuche hervor.

Stellt man die Glasscheibe einer Elektrisirmaschine in den magnetischen Merjdian (um den Einfluß des Erdmagnetismus auszuschließen) und dreht sie so, daß ihr südlich gelegener Theil von Süd nach unten, nach Nord u. s. f. bewegt wird; so bekommen die Massentheilchen des Glases durch Reibung in der Südhälfte der Scheibe sowohl an der Ost-, als auch an der Westseite eine Richtung, die der in der Nordhälfte entgegengesetzt ist. In dieser durch die Natur des Glases festgehaltenen Spannungslage der Molekel müssen die beiden Quadranten der Südhälfte auf der Ost- und Westseite gegen eine mit ihnen parallel gehaltene kurze und leichte Magnetnadel ein anderes Verhalten zeigen, als in den beiden Seiten der Nordhälfte: jene ziehen den Südpol, diese den Nordpol der Nadel an. Dreht man die Scheibe in entgegengesetzter Richtung, so ist die Anziehung auch umgekehrt. (Es muß hierbei genau und schnell verfahren werden, weil die umgebende Luft bald auch elektrisch wird).

Einen unmittelbaren und augenscheinlichen Beweis davon, daß die Spannungselektrizität in einer einseitig festgehaltenen Schwingungslage der Molekel des elektrischen Körpers besteht, gibt folgender Versuch: Bringt man einen Tropfen heißen Siegelacks auf den Konduktor einer in Thätigkeit versetzten Elektrisirmaschine, so bilden sich Fäden von verschiedener Feinheit, die man durch Wegziehen mit einer Siegellackstange verlängern kann. Die feinsten zeigen bei der Untersuchung mit dem Mikroskope hohle Spiralen, die stärkeren nur an der Oberfläche, und zwar gehen sie auf dem positiven Konduktor von links nach rechts, auf dem negativen umgekehrt; die äußeren Spiralen zeigen dort breitere eingedrückte, hier breitere erhabene Windungen.

Es ist wol kaum etwas klarer, als die Richtigkeit der Behauptung, daß diese Erscheinung die natürliche Folge ist der von allen Molekeln während des Ausziehens eines solchen Fadens ringsum nach derselben Richtung ausgeführten Stöße oder einseitigen Schwingungen. Bei einem äußerst dünnen, nicht in der Verlängerung begriffenen Faden würde ein hohler Zylinder entstehen; aber die während der Verlängerung des Fadens am Konduktor, von wo aus der Faden verlängert wird, thätigen Schwingungen müssen daraus spiralförmige Windungen machen, wenn sie in dem nachgibigen Stoffe stets nach derselben Seite geschehen. Bei einem dickeren Faden können sich die Windungen nur äußerlich zeigen, weil bei einem größeren Querschnitte in seinem Inneren ent-

gegengesetzte Schwingungen einander aufheben, so daß die Kohäsion ungestört fortwirkt. Der Umstand, daß die Windungen der von der negativen Elektrizität bewirkten Spirale eine entgegengesetzte Richtung besitzen von den durch die positive erzeugten, spricht auch sehr bestimmt dafür, daß die Molekel um ihre Gleichgewichtspunkte schwingen, wobei die Schwingungsrichtungen der beiden Theile jenseits und diesseits dieser Punkte einander entgegengesetzt sind, wodurch allein der elektrische Gegensatz angegeben wird.

Wird geschmolzenes Siegellack dem elektrischen Konduktor gegenüber gehalten, und zieht man Fäden aus, so sind die Windungen denen im vorigen Falle natürlich entgegengesetzt. — Da erwärmtes Siegellack negativ, erwärmtes Glas positiv elektrisch wird, so gibt jenes in ausgezogenen Fäden äußere Spiralen, welche links gewunden sind, dieses aber rechts gewundene.

Aus dem Gesagten ergibt sich wol bereits, daß Spannungselektrizität und Magnetismus ihrem Wesen nach nicht als Bewegungserscheinungen voneinander verschieden sind, sondern nur durch die Stoffe, an welchen sie gefesselt erscheinen. Nur von ihnen hängt die Herstellung oder Zerstörung des einen oder des anderen Zustandes ab. Gleich wie z. B. sich am Stahle magnetische (Folgepunkte), so lassen sich am Harze elektrische **Zonen** bilden, weil gerade diese Stoffe unfähig sind, beziehungsweise die magnetischen und elektrischen Schwingungen leicht weiter zu leiten. Es rechtfertigen sich nach dem Obigen als Gesetze:

1) **Magnetismus und Spannungselektrizität bestehen darin, daß die Molekel der betreffenden Körper in der Lage festgehalten werden, in welche sie bei den Schwingungen um ihre Schwerpunkte nach Vollendung von $^1/_4$ einer Schwingung gekommen sind.**

2) **Der nach Norden gerichtete Pol eines freischwebenden Magneten, d. i. der Nordpol, verhält sich wie positive, der Südpol wie negative Elektrizität.**

Wenn ich diese bis jetzt wol schon hinreichend begründete Auffassungsweise noch durch einige Thatsachen zu stützen suche, so bedarf es nicht der Entschuldigung, da ihre Tragweite für fernere Aufschlüsse wichtig ist.

Als vollständig zu dieser Ansicht zwingend sehe ich folgende Thatsache an. Wenn man eine voltaische Säule zu einer chemischen Thätigkeit verwendet, z. B. zur Wasserzersetzung, zugleich aber einen Elektro-

magneten einschaltet, so geht von der lebendigen Kraft der Säule bei der Schließung der Leitung nur in dem Augenblicke ein Theil verloren, in welchem der Elektromagnet hergestellt wird, dann aber wirkt die lebendige Kraft des Stromes chemisch gerade so, als wenn der Elektromagnet nicht vorhanden wäre; denn die erste Wirkung ist, daß die Molekel des Eisens in die magnetische Schwingungslage (Hauptschwingung) gebracht werden, und ist diese Ruhelage erreicht, so erzeugen die lebendigen (elektrischen) Nebenschwingungen den Chemismus. Statt aber den Elektromagneten herzustellen, kann eine leydener Flasche augenblicklich geladen werden, ohne den weiteren Erfolg zu ändern; das ist ein Zeichen, daß Magnetismus und Spannungselektrizität einander ersetzen.

f) Vergleichung der Schwingungserscheinungen.

Es ist nun leicht erklärlich, daß elektrische Spannungserscheinungen leichter in der Wärme vorsichgehen, als in der Kälte, weil durch jene die Massentheilchen wegen ihrer doppelseitigen Schwingungen mit zunehmender Schwingungsweite schon gelockert sind und nun die Molekel durch einseitige Reibung des zu elektrisirenden Körpers (z. B. dünnen Maschinenpapieres) leicht in die einseitige Schwingungslage gebracht werden können, wenn nur der betreffende Körper geeignet ist, sie darin festzuhalten. Soll die dazu nöthige Wärme erst durch Reibung selbst erreicht werden, so ist der Erfolg nicht so schnell zu erzielen.

Ebenso natürlich ist es andererseits, daß bereits elektrisches Glas oder Siegellack bei der Erwärmung unelektrisch wird, weil die nachträglich eintretenden Wärmeschwingungen die feste Schwingungslage nicht dulden, indem sie an den Molekeln vollständige Schwingungen mit den Schwerpunkten erzwingen.

Der Einfluß der Wärme und Kälte läßt sich auch beim Magnetismus mit seinem angegebenen Wesen leicht in Uebereinstimmung bringen. Es ist u. a. ermittelt, daß die Abkühlung eines Magneten von der Temperatur an, bei welcher er Magnet wurde, den Magnetismus schwächt, weil bei der Abkühlung die Massentheilchen einander näher kommen und somit die Weite der Schwingung jedes einzelnen, worauf doch die Stärke des Magnetismus beruht, mit der Zusammenziehung abnimmt. Es ist also auch nichts Befremdendes, daß die Annahme des Magnetismus durch Erniedrigung der Temperatur begünstigt wird, weil durch deren Erhöhung, freilich nur bis zu einer gewissen Gränze, die

Weite der magnetischen Schwingung wächst. — Wird ferner Stahl erwärmt, selbst bis zur Glühhitze, und dann magnetisirt (man kann durch einen starken Magneten den glühenden Stahlstab aus dem Feuer ziehen und daran erkalten lassen); so hält er nach dem allmähligen Abkühlen den Magnetismus nicht nur sehr fest, sondern ist auch sehr stark magnetisch, weil den Molekeln bei der Erwärmung leichter gestattet ist, die zum Magnetismus nothwendige Viertelschwingung zu machen und darin sich festzusetzen, bis die Abkühlung die Rückkehr verhindert. — Daß vorhandener Magnetismus durch Erwärmung geschwächt oder auch beseitigt wird, ist bereits erwähnt worden; aber auch die Entstehung der lebendigen elektrischen Schwingungen der Molekel außerhalb der Gleichgewichtslage um ihren Gleichgewichtspunkt wird durch Erwärmung des Leitungsdrahtes erschwert oder verhindert, weil sie durch die Erwärmung gezwungen werden, mit ihren Gleichgewichtspunkten mehr zu schwingen, wodurch die Schwingungen um diese Punkte gehemmt werden.

Wollen wir noch näher Aufschlüsse und auch Bestätigungen der vorgetragenen Theorie über die Art der Schwingungen in den Erscheinungen des Schalles, des Lichtes, der Elektrizität, des Magnetismus und der Wärme erlangen; so können wir noch auf die Art ihrer Fortpflanzung Rücksicht nehmen.

Bei dem Schalle, dem Lichte und der strahlenden Wärme, welche sich wie das Licht vom warmen Körper aus verbreitet, sind die Schwingungen fortschreitende; daher ist in dem fortpflanzenden Mittel ein Widerstand vorhanden, und es entstehen in ihm abwechselnd Stellen der größten Verdichtung und Verdünnung. Die Fortpflanzung ist eine allmählige aber um so schnellere, je größer die Elastizität und je geringer der Unterschied in der Dichtigkeit bei der Fortpflanzung wird. Die Luft leistet bei der Fortpflanzung des Schalles einen noch ziemlich großen Widerstand, der Weltäther bei der Verbreitung des Lichtes und der strahlenden Wärme einen weit geringeren, denn dort ist die Geschwindigkeit in 1 Sekunde 1040 Fuß, hier gegen 42,000 Meilen. Weil der Aether bei der Fortpflanzung des Lichtes Querschwingungen auf den Strahlen macht, so wird seine Dichtigkeit in der Richtung der Lichtstrahlen, in welchen die fortschreitende Bewegung statt findet, kaum merklich verändert. —

Licht und strahlende Wärme unterscheiden sich nur durch die Anzahl der Schwingungen, welche der Weltäther bei ihrer Verbreitung macht. Weil sich in dem prismatischen Farbenbilde noch vor dem Roth eine größere Wärme geltend macht als in ihm selbst und den folgenden Farben,

hat man diese Strahlen unsichtbares Licht genannt, was falsch ist, indem der Ausdruck einen Widerspruch in sich selbst enthält; es sind vielmehr unsichtbare Aetherschwingungen, die man strahlende Wärme nennt. Alaun läßt fast nur die stärkeren Aetherschwingungen durchgehen (das Licht), Steinsalz dagegen die langsameren Wärmeschwingungen; Kalkspath ist für beide doppeltbrechend und so sind sie auch der Polarisation, Beugung und Interferenz gleichmäßig unterworfen. — Je durchsichtiger ein Körper ist, desto weniger wird er erwärmt, weil die Aetherschwingungen einen gleichmäßigeren Fortgang haben und nicht umgewandelt werden in Schwingungen der irdischen Stoffe.

Die Anordnung der Körperatome ist für die Aufnahme und Fortpflanzung der verschiedenartigen Schwingungen von entschiedenem Einflusse. Wismuth z. B. leitet die Wärme und Elektrizität besser in der Richtung der Spaltungsflächen, als in der entgegengesetzten. Wird durch das Biegen einer Glasscheibe die Anordnung der Molekel verändert, so wird dadurch auch die Lage der Polarisationsebene des Lichtes verschoben. Die Krystallformen lassen sich durch die Wirkungen, welche sie auf das Licht ausüben, genau bestimmen. Holz leitet den Schall und die Wärme nach der Verschiedenheit der Richtung ungleich gut.

Beim Magnetismus und der Spannungselektrizität sind nach Vollendung des ersten Viertels einer Schwingung der Molekel um ihre Schwerpunkte stehen gebliebene Bewegungen ohne fortschreitende Verdichtung und Verdünnung vorhanden; es kann also von einer eigentlichen Fortpflanzung und Geschwindigkeit gar keine Rede sein. Bei einem elektrischen Strome aber ist es anders, weil hier eine ununterbrochene Ladung (Hinweg bei der Nebenschwingung) und Entladung (Rückweg) stattfindet und in einem ununterbrochenen Leitungsdrahte jedes vorangehende Molekel das benachbarte folgende zu denselben Bewegungen veranlaßt. Weil aber hier ebenfalls keine Verdichtungs- und Verdünnungswellen entstehen, so ist die Fortpflanzung selbst in einem so massigen Körper wie Metall eine außerordentlich schnelle.

Ebensowenig als man die tönenden Schwingungen in Telegraphenstangen durch Anfassen derselben schwächen oder hemmen kann, vermag man es auch die Fortpflanzung der elektrischen Schwingungen in Telegraphendrähten durch das Angreifen derselben zu verhindern; denn in beiden Fällen finden Längenschwingungen statt. — Bei Magneten kann überhaupt von einer Hemmung ihrer Thätigkeit nicht die Rede sein, weil ja die Molekel in einer Schwingungslage ruhen.

Wenn man bemerkt, daß sowohl beim Magnetismus, als auch bei

der Elektrizität gleichnamige Polaritäten einander verstärken, ungleichnamige einander schwächen und bei gleicher Stärke einander aufheben, daß also gerade wie beim Schalle, dem Lichte und der strahlenden Wärme Koinzidenz- und Interferenz-Erscheinungen vorhanden sind; so kann man sich der Ueberzeugung nicht mehr verschließen, daß Elektrizität und Magnetismus ebenfalls zu den Schwingungserscheinungen gehören.

3. Die Uebertragung der Schwingungen.

Wenn ein Körper in Bewegung ist, so wird die Bewegung übergetragen auf jeden anderen Körper oder Stoff, welcher mit ihm in Berührung ist, ohne Rücksicht auf seine Beschaffenheit und sie kann dann auch von diesem zweiten Körper auf einen dritten u. s. w. fortgepflanzt werden. Die Entfernung, bis auf welche dieses geschieht, kann schon bei ganz gewöhnlichen irdischen Erscheinungen recht bedeutend sein. So z. B. wurde der Kanonendonner bei der Belagerung von Antwerpen im Jahre 1830 bis ins sächsische Erzgebirge wahrgenommen. — Ist an dem Ende eines sechs und mehr Meilen langen, durch Schleußenthore an beiden Enden geschlossenen Kanals die Schraube eines Dampfers in Bewegung, so fühlt man selbst mit der Hand schon die durch das Wasser fortgepflanzten Erschütterungen am Holze der anderen Schleuße. — Noch besser und weiter geschieht die Fortpflanzung in abgeschlossenen Röhren, welche eine tropfbare oder luftige Flüssigkeit enthalten, und in linienförmigen festen Körpern.

Die Uebertragung von Bewegungen, namentlich also auch von Schwingungen eines Körpers auf einen mit ihm in unmittelbarer Berührung stehenden ist eine eigentliche Mittheilung. Sie findet zwar für alle Schwingungsarten und für alle Körper statt, diese aber sind in einem sehr verschiedenen Grade befähigt, sich zu Schwingungen anregen zu lassen und sie in sich weiter fortzuführen oder zu leiten. Jenachdem die Körper der Fortpflanzung von Schwingungen einen geringen oder großen Widerstand entgegensetzen, sind sie gute oder schlechte Leiter.

Geschieht aber die Uebertragung der Schwingung durch einen Zwischenkörper oder Stoff von anderer Beschaffenheit, so pflegt man einen solchen Vorgang eine Transmission zu nennen und spricht dann von einer Wirkung auf die Entfernung.

In jedem Falle hängt der Erfolg theils von der Natur der Körper ab, welche die Schwingungen aufnehmen und übertragen, theils von der Richtung, in welcher die Schwingungen den neuen Körper treffen.

a) Mittheilung von Schwingungen.

Die Schnelligkeit der Fortpflanzung von Schwingungen in einem Mittel hängt nicht ab von der Menge der ankommenden Schwingungen, sondern nur von der Beschaffenheit des Stoffes selbst.

So wie Töne von jeder Höhe und Stärke und Licht von jeder Farbe und Helligkeit in einem bestimmten Mittel mit einer gleichen und gleichmäßigen Geschwindigkeit sich fortpflanzen, so ist es auch mit den elektrischen Strömen von verschiedener Stärke in einem Leitungsdrahte aus einem bestimmten Metalle bei beliebigem Querschnitte der Fall.

Je gleichmäßiger in seinem ganzen inneren Gefüge ein Körper ist und je weniger er von anderen Stoffen unterbrochen wird, desto eher nimmt er die Schwingungen an und desto besser pflanzt er eine Erscheinung fort.

Bei diesen Mittheilungen wird die Schwingungsrichtung in Beziehung auf die Körperform häufig verändert. Die durch bewegte Luft an Telegraphendrähten erzeugten Querschwingungen bringen in den Telegraphenstangen Längenschwingungen hervor, welche bei zwei oder mehren Drähten Kombinationstöne geben. — Die Querschwingungen der tönenden Violinsaite werden durch unmittelbare Uebertragung mittelst des Steges in der oberen Decke zu Querschwingungen, in der sogenannten Stimme zu Längenschwingungen und diese in der unteren Decke wieder zu Querschwingungen. Ueberdies erregen die Saiten mittelst der Luft die obere Decke und diese auch mittelst der Luft die untere Decke ebenfalls zu Querschwingungen, und daher entsteht der kräftige Ton.

Es gilt hierbei als Gesetz, daß ein schwingendes Stoffmolekel nur dann seine ganze Schwingungskraft bei einer Wirkung nachaußen zur Geltung bringt, wenn die Richtung seiner Schwingungen lothrecht steht auf der von ihm getroffenen Fläche des anderen Körpers.

Da die verschiedenen Körper und Stoffe eine Verschiedenheit der Gestalt und der Lagerung ihrer Molekel und Atome darbieten, so ist es erklärlich, wie eine von einem Körper ausgehende gewisse Bewegung in einem anderen Körper unverändert sich fortpflanzen oder auch ungeändert werden kann. Jenachdem die Molekel grade oder schiefe, zentrale

oder exzentrische Stöße erhalten, werden sie theils fortschreitende, theils drehende, theils drehende und gleichzeitig fortschreitende, theils schwingende Bewegungen verschiedener Art annehmen müssen, deren Intensitäten sich nach der Entfernung, Gestalt, Lage und materiellen Beschaffenheit der Atome richten werden.

Sowie eine Kraft die natürliche Anordnung der aus Atomen bestehenden Gruppen von Molekeln bei irgend einem Körper, mag er in seinem natürlichen Zustande erscheinen (Luft, Wasser, Krystalle, Holz) oder durch technische Mittel dargestellt worden sein (Glas, Papier, Siegellack, Stahl) auch nur vorübergehend ändert, so treten je nach den Umständen und der Natur der in Wechselwirkung stehenden Körper die Erscheinungen des Schalles, der Wärme, des Lichtes, der Elektrizität, des Magnetismus und Chemismus auf, und sind unter allen Umständen wesentlich eine Folge des Bestrebens sämmtlicher Massentheilchen eines jeden Körpers, in der Gleichgewichtslage zu verharren. Daraus können sich einfache oder zusammengesetzte Schwingungserscheinungen ergeben.

Je mehr ein Körper als ein Leiter einer Erscheinung auftritt, desto weniger verändert er sie, aber die schlechten Leiter können sie nicht nur aufhalten, sondern sogar wesentlich abändern. Elektrizität und Licht z. B. bleiben in einem guten Leiter für sie, was sie sind; werden aber in einem schlechten Leiter zur Wärme. — So wie bestimmte Töne in verschiedenen Räumen einen verschiedenen Eindruck machen und durch die Umgebung abgeändert werden, so ist auch die Wirkung eines elektrischen Stromes oder auch der Spannungselektrizität an einem Konduktor und auch eines warmen Körpers von solchen Umständen abhängig.

Hält man ein Stück heißen Glases an Holz, so nimmt dieses die Wärmeschwingungen nur langsam an und pflanzt sie auch nur langsam in sich fort (nach verschiedenen Richtungen mit verschiedener Geschwindigkeit); hält man jenes Glas aber an ein reguliniſches Metall, so geht die Erwärmung und Fortpflanzung weit schneller vorsich.

Jeder schlechte Wärmeleiter verzögert also die Schwingungen sehr und widerstrebt ihrer Fortpflanzung, und daher wird die mit der Wärmequelle in unmittelbarer Berührung stehende Stelle stärker erwärmt, als es bei einem guten Leiter der Fall ist. Während das Holz an der Wärmequelle leicht anbrennt, so daß Lichtschwingungen entstehen, wird das Metall in gleicher Zeit viel weniger warm, weil es die Wärmeschwingungen von der Wärmequelle schnell fortleitet.

So verhält es sich auch mit den anderen Schwingungserscheinungen.

Setzt man eine spielende Dose auf lose Baumwolle (Watte), so ist ihr Ton ziemlich dumpf; steht sie aber auf einem Resonanzboden, so ist er viel klarer und stärker.

Scheint die Sonne auf einen (etwa mit Lampenruß) geschwärzten Körper, (Glastafel) so werden die Lichtstrahlen fast vollständig gehemmt; läßt man das Licht aber auf eine weiße Glastafel lothrecht fallen, so wird es nur wenig geschwächt oder die Schwingungen werden von diesem Körper leicht aufgenommen und durchgelassen.

Ebenso machen elektrische und magnetische Körper andere bei der Berührung theils schwer, theils sehr leicht ebenfalls elektrisch oder magnetisch, pflanzen also die elektrischen und magnetischen Schwingungen langsam oder schnell fort. Kupfer ist für Elektrizität, Eisen für Magnetismus ein guter Leiter, Harz und Stahl aber nicht.

Die durchsichtigen Körper sind Leiter für das Licht, die undurchsichtigen aber Nichtleiter oder die letzeren nehmen die ankommenden Lichtschwingungen nicht in sich auf, gleich wie auch Nichtleiter der Elektrizität unelektrisch bleiben.

Die Masse der diäthermanen Körper (wie Steinsalz) übernimmt für die strahlende Wärme dieselbe Rolle, wie die der durfichtigen Körper für das Licht.

In dem schlechten Leiter sind die Molekularbewegungen einem häufigen Wechsel ausgesetzt, wodurch sie auch abgeändert werden können, in den guten aber nicht; dort bilden sich leicht stehende Schwingungen hier aber nicht, sondern nur fortschreitende. Erleiden die Schwingungen der Molekel Abänderungen, so können dieselben sich auf die Anzahl, Richtung oder Weite beziehen. Selbst wenn die Schwingungen ihre Natur innerhalb eines Körpers nicht verändern, so werden sie doch nach dem Durchlassen geschwächt erscheinen, weil die Molekel wegen ihres Beharrungszustandes einen Widerstand entgegensetzen.

Wenn mit der Veränderung des Aggregatzustandes das innere Gefüge eines Körpers ein gleichmäßigeres wird, so werden Nichtleiter zu Leitern, wie z. B. Glas, Siegellack, Schwefel für die Elektrizität; Stahl für den Magnetismus, wenn sie nämlich erwärmt und endlich flüssig gemacht werden.

Ist ein Körper für einfarbiges Licht durchsichtig, so heißt dieses: er ist in einem solchen Zustande, daß er Lichtwellen nur mit der zu dieser Farbe gehörigen Schwingungszahl aufzunehmen fähig ist, gleich wie eine Pfeife von bestimmter Länge auch nur einen bestimmten Ton mit seiner Schwingungszahl und Wellenlänge ambesten anspricht, oder

wie eine Saite von bestimmter Spannung und Beschaffenheit nur für den ihr zukommenden Ton eine vorzügliche Resonanz zeigt.

Manche Körper haben die Fähigkeit die Schwingungszahl abzuändern. Wenn man nämlich gewisse Körper, z. B. Flußspat, mit Uraniumoxyd gefärbtes Glas, oder eine wässrige Lösung von schwefelsaurem Chinin durch die verschiedenen Farben des Spektrums führt, so werden die Farben desselben vom Roth an unverändert durchgelassen; sowie man aber an die Gränze des Violetten und noch darüber hinaus in den scheinbar dunklen Raum kommt, so zeigen sich die Körper leuchtend, aber mit einer Farbe von geringerer Brechbarkeit (kleinerer Schwingungszahl oder größerer Wellenlänge): ultraviolette Strahlen zeigen sich in ihnen als himmelblau, die grünen werden roth. Die Lösungen im Alkohol von dem grünen Farbenstoffe der Pflanzenblätter zeigen sich blutroth, die braune Farbe des Wasseraufgusses auf grüne Kastanienschalen zeigt einen bläulichen Schimmer. Diese Abänderungen nennt man Fluoreszenz.

So wie ein tönender Körper einen anderen entweder unmittelbar mit ihm in Verbindung stehenden, oder auch durch einen geeigneten Zwischenkörper auch zum Mit- und Nachtönen oder zu einer Resonanz veranlassen kann, wenn dieser nur das nöthige Spannungsverhältniß besitzt, ebenso ist ein leuchtender Körper, wie die Sonne, fähig einen entfernten zweiten Körper (weißes Papier, Eidechseneier, Flußspat und viele andere) durch den jedenfalls dazwischen befindlichen Weltäther zum Mit- und Nachschwingen zu bringen; denn diese Körper leuchten, wenn sie auch der Lichtquelle entzogen worden sind, im Finstern noch einige Zeit fort.

In gleicher Weise verliert ein Körper, welcher durch einen andern erwärmt worden ist, nicht sofort seine Wärme, wenn ihm die Wärmequelle entzogen wird. — Auch bei den elektrischen Schwingungen sind dergleichen Nachwirkungen vorhanden.

Recht einleuchtend wird die Uebertragung der Schwingungen von dem einen Körper auf einen zweiten und die Nachwirkung durch folgenden Versuch.

Stellt man zwei gleichstimmige Stimmgabeln in einiger Entfernung einander so gegenüber, daß die Zinkenflächen parallel sind und bringt man die eine zum Tönen, so hört man denselben Ton von der anderen Gabel, weil sie mittelst der Längenschwingungen der Luft auch zu Querschwingungen angeregt worden ist und sogar dann noch weiter schwingt, wenn man auch den Ton der ersten Gabel gehemmt hat. — Hätte

man die zweite Gabel so gestellt, daß die Längenschwingungen der Luft an den breiten Zinkenflächen parallel vorüber gegangen wären, so würden sie nicht mittönen. Uebrigens hängt die Stärke und Dauer der Nachschwingungen unter übrigens gleichen Umständen von dem Grade der Elastizität des schwingenden Körpers ab.

Erscheinen Körper in einer gewissen natürlichen Farbe, so haben sie grade nur für diese Farbe die Fähigkeit der Resonanz, wie ein bestimmter Ton nur von einem solchen Körper resonirt, der das bestimmte Spannungsverhältniß für die selbstständige Hervorbringung dieses Tones besitzt. — Die verschiedenen Farben der Körper sind die ihnen eigenthümlichen zwar nicht hörbaren, aber sichtbaren Töne, die sie mit ihren bestimmten Schwingungszahlen zufolge Anregung durch den Aether an sich erkennen lassen. Die blaue Farbe mit der größten Anzahl von Schwingungen macht auf das Auge den stärksten Eindruck.

Treffen die in einem Stoffe sich fortpflanzenden Schwingungen eines Körpers einen anderen Körper, so kann dieser nicht blos dann die Schwingungen, von welchen er getroffen wird, wieder zurückgeben, wenn er selbst in Schwingungen geräth, sondern auch dann, wenn er ihr Eindringen mehr oder weniger verhindert. Beim Schalle bekommen wir auf diese Weise, d. h. durch die Zurückwerfung der Schwingungen, den Nachhall und Widerhall (Echo).

In ganz gleicher Weise werden die Schwingungen des Lichtes und der strahlenden Wärme von gewissen Körpern zurückgeworfen. Die in der Elektrizitätslehre mit dem nicht angemessenen Namen Polarisation bezeichnete Erscheinung ist auch nichts weiter als die Zurückwerfung der in einem Leithungsdrahte fortschreitendenden Schwingungen des elektrischen Stromes von einem Hindernisse (z. B. einer Metallplatte), auf welches sie treffen.

Wenn Schwingungen bei ihrer Fortpflanzung in einem gewissen Mittel plötzlich ein neues treffen und in dasselbe, wenn auch nur theilweise, eindringen; so erleiden sie doch wenigstens eine Ablenkung (Brechung) von ihrer früheren Bahn.

Daß die verschiedenen Farben des Spektrums ein verschiedenes Brechungsvermögen besitzen, liegt darin, daß in ihnen wegen der Verschiedenheit ihrer Schwingungszahlen ein verschiedenes Bewegungsmoment liegt. Da nämlich die Schwingungszahlen vom Roth bis zum Blau wachsen, so wächst auch die Brechbarkeit in dieser Richtung, so daß das energische Blau gewissermaßen tiefer eindringt, als das schwächere Roth. Aehnlich ist es mit den Tönen eines tiefen Basses und eines hohen

durchdringenden Diskantes unter der Voraussetzung einer erregenden Kraft von bestimmter Stärke.

Bildet man aus Kollodiumhäutchen eine große doppeltkonvexe Linse und füllt sie mit Kohlensäure, so erleiden die durchgehenden Schallwellen eine eben solche Brechung wie die Lichtwellen in einer Glaslinse, die Wärmewellen in einer Steinsalzlinse. In allen diesen Fällen ist auf der entgegengesetzten Seite der Linse im Brennpunkte eine verstärkte Wirkung wahrnehmbar.

Gehen Wellen abwechselnd durch verschiedene Mittel, so werden die Schwingungen der Molekel bei den verschiedenen Zurückwerfungen und Brechungen nicht nur von ihrer ursprünglichen Richtung sehr abgelenkt, sondern auch je nach der Beschaffenheit der Zwischenkörper sehr geschwächt. Die Molekel, welche früher zu derselben Welle gehörten, haben oft ganz verschiedene Schwingungsphasen angenommen und ihre Schwingungskraft hat sich vermindert, indem ein Theil auf die Molekel der Zwischenkörper übergetragen worden ist. Je öfter die Mittel wechseln und je schlechter sie leiten, desto größer ist die Abschwächung. — Wenn ein Ton ungeachtet einer Zwischenwand in seiner Höhe (Schwingungszahl) nicht verändert wird, so geschieht dieses doch mit seiner Stärke, weil die Schwingungsweite durch den Widerstand des Zwischenkörpers verkleinert worden ist.

Es ist also klar, daß lockere und poröse Körper die Schall-, Licht- und Wärmewellen sehr zurückhalten müssen. Lichtwellen z. B. gehen durch eine weiße Glasscheibe sehr gut, nicht aber durch dasselbe Glas, wenn es zu Pulver gestampft worden ist, wobei also Glastheilchen mit Luft abwechseln. — Der Schall wird durch das Holz ziemlich gut fortgeleitet, nicht aber durch dasselbe Holz, wenn es in Sägespren verwandelt worden ist. — Hat ein elektrischer Strom eine gewisse Stärke, wenn er blos durch eine bestimmte Flüssigkeit gegangen ist, so wird er weit schwächer, wenn man in dieser Flüssigkeit eine Reihe ganz dünner Häutchen lothrecht auf der Stromrichtung anbringt. Die Querschwingungen des elektrischen Stromes liegen in diesem Falle fast parallel mit der Fläche der Häutchen und können diese nur wenig durchdringen. — Wenn aber auch der elektrische Strom auf diese Weise geschwächt wird, so geht von seiner Kraft doch nichts verloren, denn die Flüssigkeit wird um so mehr erwärmt, je mehr der Strom geschwächt worden ist.

Ueberall, wo bei zwei Stoffen ein Mangel an Verwandtschaft vorhanden ist, zeigt sich bei der Uebertragung ein Widerstand. Daher geht z. B. die kontinuirliche elektrische Entladung (Strom) in die diskonti-

nuirliche (Funkenentladung) über, falls die Endflächen der Elektroden, wenn auch nur äußerst wenig, mit Oel bekleidet werden. Ueberhaupt befördert die Unreinlichkeit der Elektrodenflächen die Funkenentladung.

Die für das ganze organische Sein auf unserer Erde und überhaupt im ganzen Planetensysteme unstreitig wichtigste Uebertragung geschieht aber von der gewaltigen Sonne aus; sie ist die Bedingung des Lebens für das unscheinbarste Thierchen. Man pflegt sie Besonnung oder Insolation zu nennen. Ihr müssen wir also noch eine besondere Aufmerksamkeit schenken.

So wie jeder frei bewegliche Körper als Ganzes bei der Entwickelung der Erde je nach seinem spezifischen Gewichte und der Lage seines Schwerpunktes eine bestimmte Lage angenommen hat, so geschieht es auch mit den Molekeln, wenn sie einen Körper und mit den Atomen wenn sie Molekel bilden.

Bei den Gebilden im Großen verlangt die Schwungkraft und die Gravitation eine bestimmte Lagerung gegen den Horizont und wenn diese jetzt nicht überall mehr den ursprünglichen Bedingungen entspricht (verschiedene Neigung der Schichtengebirge, der Basaltkrystalle), so ist dieser Zustand durch spätere Umstände erzwungen worden.

Bei den Gebilden im Kleinen, namentlich den Molekularformen werden wesentlich wol dieselben Naturgesetze wirksam sein, nur daß die Kräfte gegeneinander anders abgemessen sind. Die Molekularform der Flüssigkeiten ist wol die Kugel im indifferenten Gleichgewichtszustande (d. h. ihr Mittelpunkt ist zugleich ihr Schwerpunkt), eine Körpergestalt, welche den raumerfüllenden Stoff mit der möglich kleinsten Umgränzung versieht. Durch die Kugelform ist theils die große Beweglichkeit der ganzen Masse auch in ihrem Inneren, theils die große Widerstandsfähigkeit beim Zusammendrücken der tropfbaren Flüssigkeiten erklärlich. Die Molekel besitzen zwar eine Anziehung gegeneinander, aber keines haftet an einem bestimmten anderen. Sowie aber aus einer Flüssigkeit ein fester Körper sich gestaltet, so nehmen die Molekel andere und für bestimmte Stoffe auch bestimmte Formen an, die wegen verschiedener Gestaltung der Atome weniger raumerfüllend sind, also auch Körper geben, welche sich leichter zusammendrücken lassen. So nun wird die Lagerung der Molekel eines Körpers aus bestimmten Stoffen auch eine bestimmte sein.

Die Zusammengehörigkeit der Stoffatome und des Aethers zeigt sich nicht nur in der Thatsache, daß ein elektrischer oder magnetoelektrischer Strom und auch ein Stahlmagnet die Ebene eines durch einen Körper

(z. B. Glas) gehenden polarisirten Lichtstrahls überhaupt dreht, sondern daß die Drehung um so eher und um so weiter stattfindet, je mehr der Körper Theile von einem magnetischen Metalle (Eisen, Kobalt, Nickel) enthält. Es kann nun wol kaum ein Zweifel gegen die Behauptung aufkommen,

daß Elektrizität und Magnetismus die Gleichgewichtslage nicht blos der Körpermolekel, sondern auch des Aethers in denjenigen Körpern ändern, die in dem Bereiche ihrer Wirkung liegen,

daß ihr Wesen selbst nur in der Veränderung der Schwingungslage ihrer Molekel besteht und

daß es der Aether ist, welcher beim Magnetismus, der Elektrizität und der strahlenden Wärme allein die geheimnißvolle Wirkung auf die Entfernung ohne ein irdisches Zwischenband erzeugt.

Da die Atome der irdischen Körper von Aetherhüllen umgeben sind, deren Dichtigkeit sich nach den Atomgewichten richtet und da bei den festen Körpern die Form und Lagerung der aus Atomen bestehenden Molekel verschieden ist; so wird auch der Aether in verschiedenen Körpern und oft in demselben nach Verschiedenheit der Temperatur oder selbst nach einer durch rein mechanische Kräfte veränderten Lage der Molekel eine verschiedene Dichtigkeit haben. Es ist z. B. ermittelt, daß das Lichtbrechungsvermögen des Wassers abnimmt, wenn es erwärmt und noch mehr, wenn es in Dämpfe verwandelt wird, woraus folgt, daß der in ihm enthaltene Aether mehr und mehr die Dichtigkeit des außerhalb des Körpers vorhandenen annimmt, was auch durch Vergrößerung des Körpervolumens gerechtfertigt ist.

Der andere Umstand läßt sich bei den Körpern mit einem krystallinischen Gefüge an dem Blätterdurchgange leicht sogar äußerlich erkennen und ist bei anderen aus den Lichtbrechungs- und Polarisations-Gesetzen zu schließen, da der Winkel, unter welchem sowohl zurückgeworfenes als auch gebrochenes Licht bei einem bestimmten Körper polarisirt wird, ein bestimmter ist, wobei die Polarisationsebenen gebrochener und reflektirter Strahlen stets aufeinander senkrecht stehen und der reflektirte polarisirte Strahl mit dem gebrochenen einen rechten Winkel bildet, so daß der eine durch den anderen bestimmt ist. Die Lage der Molekel muß demnach eine solche sein, daß sie den Lichtschwingungen bei der Brechung den Eintritt gestattet, was aber nur dann geschehen kann, wenn die Schwingungen in der Richtung der Lagerungen, also mit ihnen parallel geschehen, während bei der vollständigen Polarisation durch Zurückwerfung, d. h. bei der Zurückwerfung unter dem Polarisationswinkel

die Lichtwellen senkrecht auf jene Schichtung (nicht auf die Begränzungsfläche des Körpers) treten müssen, um vollständig polarisirt zu werden. Bei jedem krystallinischen Körper müssen also die Schichtungen der aus Atomen bestehenden Molekel gegen die natürlichen (nicht künstlich hervorgebrachten) Gränzflächen stets einen Winkel bilden, der die Ergänzung des Brechungswinkels zu 90 Graden ist.

Aus diesen Gründen ist also z. B. eine Turmalinplatte nur dann durchsichtig, wenn die Aetherschwingungen in einer zur Hauptaxe parallelen Richtung stattfinden; undurchsichtig, wenn sie darauf senkrecht sind, wobei die Lichtschwingungen in der Richtung, in welcher sie ankommen, auch wieder zurückgeworfen werden.

Daß die hier angeführten Gesichtspunkte ihre volle Berechtigung beanspruchen dürfen, ergibt sich aus der merkwürdigen Thatsache, daß eine Glasscheibe doppeltbrechend ist, wenn sie durch Längeschwingungen zum Tönen gebracht wird. Ist nämlich ein die Lichtstrahlen nicht durchlassender Körper vor einem zweiten, so ist dieser natürlich nicht sichtbar, er wird es aber, sowie jener schnell genug transversal gegen die Gesichtslinie ununterbrochen schwingt. Daher gestatten die durch das Tönen der Scheibe erzeugten Schwingungen der Molekel, an denen der Aether theilnimmt, wodurch er nach verschiedenen Richtungen im Glase eine verschiedene Dichtigkeit und Elastizität bekommt, einem auf sie fallenden Lichtstrahle außer auf dem gewöhnlichen Wege der Brechung noch auf einem zweiten den Durchgang.

Wir erkennen also daraus und aus den früher schon angeführten Thatsachen, daß der innerhalb der Körper befindliche Aether bei der Wirkung des Lichtes auf die Körper eine sehr wichtige Rolle übernimmt. Weil er mit dem außerhalb der Körper befindlichen Aether in unmittelbarer Verbindung steht, so müssen sich die an die Oberfläche ankommenden Schwingungen auf den innerhalb befindlichen fortpflanzen und ihn ebenfalls in Bewegung setzen. Die natürliche Folge davon ist dann, daß auch die Atome und Molekel des Körpers in Bewegung gerathen und je nach der Bewegungsart verschiedene Erscheinungen darbieten.

Die Phosphoreszenz kennen wir bereits als eine Nachwirkung der Insolation. Sie läßt sich vergleichen mit dem Zustande schlechter Leiter für Wärme und Elektrizität, denn es bilden sich in den phosphoreszirenden Körpern stehende Schwingungen des Aethers. So wie elastische Gegenstände selbst schon nach einer einmaligen Störung des Gleichgewichtes noch einige Zeit nachklingen, so wirken auch nach der Insolation

eines Gegenstandes die Aetherschwingungen, angeregt durch die nach dem Beharrungsvermögen fortgesetzten Molekularschwingungen des Körpers, fort, so daß er im Finstern noch sichtbar ist. — Unter Umständen entsteht die Phosphoreszenz auch durch chemische Verbindungen, namentlich mit dem Sauerstoffe und ist dann ein langsames Verbrennen.

Aetherschwingungen an sich sind kalt, was wir leicht daran erkennen, daß die Wärme mehr und mehr abnimmt, je höher wir uns in der Atmosphäre erheben. Der Weltraum an sich ist absolut kalt, nach Graden gemessen gegen 273, wenn auch der ihn einnehmende Aether bei der Fortpflanzung des Lichtes der Weltkörper sich in einem Schwingungszustande befindet; aber die Schwingungen sind nicht stehende, sondern fortschreitende. Die durch das Thermometer meßbare Wärme tritt erst bei den irdischen Stoffen auf, wenn sie den Aetherschwingungen ausgesetzt werden. Diese besitzen trotz der Zartheit des Aethers selbst doch ein so energisches Bewegungsmoment, daß sie durch eine andauernde Einwirkung die Molekel der massenreichen irdischen Stoffe ebenfalls in Schwingungen versetzen. Weil die einmal in Bewegung gesetzten Molekel nach dem Beharrungsvermögen ihre Schwingungen vonselbst beibehalten wollen; so ist es klar, daß die Körper durch die Besonnung nach und nach eine sehr hohe Temperatur annehmen können, aber für jeden Körper unter bestimmten Umständen nicht bis über eine gewisse Gränze hinaus, weil stets eine Ausgleichung mit den umgebenden Leitern stattfindet. Die sehr schnellen Schwingungen des Aethers, welche wir Licht nennen, werden verwandelt zu langsameren der Molekel irdischer Körper, welche die Wärme geben. Wenn auch die Wärmeschwingungen langsamer sind, als die Lichtschwingungen, so ist doch die Schwingungszahl noch eine sehr große. Dieses erkennen wir daran, daß in dem Farbenspektrum der Sonne die Wärmeschwingungen unmittelbar vor dem Roth sich zeigen, dessen Schwingungszahl 461 Billionen ist.

Die Stärke des Erfolges hängt von der Beschaffenheit der Lichtquelle, von dem Winkel, unter welchem die Lichtstrahlen einen Körper treffen, von der Beschaffenheit der Oberfläche, Farbe, der inneren Struktur und Natur des Stoffes dieses Körpers und namentlich seiner Leitungsfähigkeit für die Wärme ab.

Violettes Licht erregt deshalb am wenigsten die Wärme, weil seine Wellen die kleinste Schwingungsweite besitzen, also im Aether eines Körpers stattfinden können, ohne seine Molekel zu den weiteren Wärmeschwingungen sehr anzuregen.

Daß lothrecht ankommende Lichtwellen ammeisten zu erwärmen fähig sind, liegt in den allgemeinen Grundsätzen der Mechanik.

Je größer bei einem Körper mit bestimmter Stoffmenge die Oberfläche ist, desto eher wird er ankommende Schwingungen in sich aufnehmen, weil die Wellen eine größere Menge von Angriffspunkten haben. Aber auch umgekehrt wird er die seinen Molekeln selbst zugehörigen Schwingungen in gleicher Weise leicht verlieren. In beiden Fällen ist das Bestreben vorhanden, das Gleichgewicht zwischen den Schwingungen der Molekel des betreffenden Körpers und denen des außerhalb befindlichen Stoffes herzustellen.

Hierauf beruht die Wirkung der Spitzen und Kanten in den Erscheinungen der Elektrizität, des Magnetismus, der Wärme und des Lichtes. Thau und Reif z. B. setzen sich vorzüglich an die Kanten und Spitzen der Körper, weil sie ammeisten die strahlende Wärme nach-außen fortpflanzen und so amehesten kalt werden. Es ist also auch klar, daß ein Körper unter übrigens gleichen Umständen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes um so eher erwärmen wird, je rauher seine Oberfläche ist.

Ferner muß ein Körper um so mehr erwärmt werden, je mehr er an seiner Oberfläche und in seinem Innern das Licht als solches vernichtet, d. h. je dunkler seine Oberfläche und je undurchsichtiger er ist. Die Vernichtung des Lichtes und die Erzeugung von Wärme halten gleichen Schritt und der übrige Theil des Bewegungsmomentes der ankommenden Aetherschwingungen kommt auf die Zurückwerfung, welche mit der Strahlung, also auch mit der Absorption ein grades Verhältniß bildet.

Endlich hängt die Schnelligkeit und der Grad der Erwärmung eines Körpers von der Leitungsfähigkeit des Körpers selbst für die Wärme ab. Man kann daher z. B. in dem Brennpunkte eines Glases wol Gold schmelzen, nicht aber Wasser zum Kochen bringen.

Nach diesen Darstellungen können wir sagen: Licht ohne Wärme besteht in fortschreitenden Aetherschwingungen, Wärme ohne Licht in Schwingungen der Molekel irdischer Körper mit einer für Licht noch zu kleinen Schwingungszahl des durchdringenden Aethers, und Licht mit Wärme (z. B. eine glühende Eisenstange) besteht in der Vereinigung der Schwingungen der Körpermolekel mit den stehenden Schwingungen des den Körper durchdringenden Aethers.

Nach den bisherigen Darstellungen erscheint es auch natürlich, daß bei der kontinuirlichen Entladung durch einen Leitungsdraht die Wärme,

bei der diskontinuirlichen das Licht zur Haupterscheinung gehört, während in jenem Falle das Licht, in diesem die Wärme nebensächlich ist. Jedes entsteht, wenn das andere zu erscheinen verhindert wird; beide vereint aber vorzüglich während der kontinuirlichen Entladung.

b) Wirkungen auf die Entfernung.

Der Weltäther.

Wenn wir in einen Saal treten, in welchem Hunderte von Webestühlen scheinbar selbstthätig in einer wunderbaren Arbeit begriffen sind, so erregt dieses allerdings im ersten Augenblicke unser gerechtes Erstaunen; forschen wir aber dem Geheimnisse nach, so erkennen wir, daß hier Uebertragungen von Kräften vermittelst besonderer Stoffe und Umwandlungen von Bewegungsarten theils durch die Gestalt der Maschinentheile, theils durch das rechtzeitige Ineinandergreifen derselben stattfinden. — Wenn ferner elektrische Fische fähig sind, auf die Entfernung tödtliche Schläge auszutheilen*), wenn bei hydraulischen Pressen der an dem einen Ende auf das Wasser in einem Rohre ausgeübte Druck ungeschwächt nach dem anderen fortgepflanzt wird, oder wenn die Schläge unseres Herzens in den Arterien bis zu den äußersten Zweigen wahrnehmbar sind; so erkennen wir sofort in jenen Fällen das Wasser, in diesem das Blut als den vermittelnden Stoff zur Uebertragung der Kraft. Wenn wir uns durch Kommunikationsröhren auf große Entfernungen verständlich machen, so ist die Luft unser treuer Bote. Ebenso bei Lufttelegraphen. — Gerathen in einer Kirche die Kronleuchter in sanfte Schwingungen, während auf einer kräftigen Orgel gespielt wird; ist es möglich schnell abgekühlte Gläser dadurch zu zertrümmern, daß man den Ton, welchen sie selbst vernehmen lassen, recht kräftig in sie hinein singt oder schreit: so erkennt man leicht die Luft als den die Bewegung fortpflanzenden Stoff.**)

*) Neuerdings ist ermittelt worden, daß die beiden nach Nordamerika von Frankreich und England ausgehenden Kabel, obwohl sie einander nicht sehr nahe kommen, bisweilen so sehr aufeinander wirken, daß die durch das eine gehenden Depeschen von dem anderen aufgefangen und von diesem ohne Einwirkung seiner Batterie wiedergegeben werden können.

**) Welchen zerstörenden Einfluß der Kampf der Molekularschwingungen bei gleichzeitiger Erregung von Schall und Wärme auf das Glas ausüben, hat sich mir

Wenn wir aber nicht ohne Verwunderung sehen, daß ein elektrischer oder magnetischer Körper einen anderen aus der Entfernung geheimnißvoll ansich zieht oder vonsich stößt, ohne daß es dazu eines irdischen Zwischenmittels bedarf, auch nicht einmal Luft, und wenn wir dabei festhalten, daß ohne Stoff eine Uebertragung auch einer solchen Kraft unmöglich ist; so müssen wir auf das Vorhandensein eines Stoffes schließen, welcher bei dieser Gelegenheit sich unserer Wahrnehmung vollständig entzieht.

Weil ferner alle Körper im Weltraume, soweit unsere in der That weitgehenden Forschungen auch reichen, derselben Kraft (Gravitation) in derselben gesetzmäßigen Weise unterworfen sind und weil jede Kraft nur durch Stoff wirksam sein kann, so muß es einen Stoff geben, welcher den ganzen Weltraum einnimmt, also unendlich ist, wie dieser. Dieser Stoff ist der Weltäther. Der Weltraum kann nicht leer sein; der leere Raum wäre das absolute und kraftlose Nichts. Weil aber dieser formlose Stoff kein Einzelwesen oder kein Begränztes d. i. kein Körper ist, so ist er auch unmittelbar für unsere Sinne eigenschaftslos, unerkennbar, unwägbar. Während der Fisch im Wasser, der Vogel in der Luft lebt, machen Wasser und Luft auf diese Thiere sicher nicht den Eindruck eines besonderen Körpers, ja es tritt das Gefühl für das Vorhandensein dieser Flüssigkeit in ihnen wol erst dann hervor, wenn der Fisch in die Luft, der Vogel in das Wasser kommt; wenn es aber einen den unendlichen Raum erfüllenden Stoff gibt, so kann kein Körper sich außerhalb desselben begeben: dieser Stoff ist gewissermaßen das Lebenselement für alle Körper in ihm und ohne ihn ihr ganzes Sein unmöglich.

Es ist bemerkenswerth, daß schon die indischen Völker auf Anleitung ihrer Brahmanen vonjeher unter ihren fünf Elementen als feinstes, den ganzen Weltbau durchdringendes und belebendes, den Weltäther angenommen haben in der Stufenfolge: Aether, Luft, Feuer, Wasser, Erde. Wer sich bei ihnen zu den Rechtgläubigen rechnet, thut es auch heute noch. Bei uns aber gibt es merkwürdiger Weise noch sehr viele, denen der Begriff für den Aether vollkommen fehlt, gewiß weil „Begriff" nicht von „greifen" herkommt.

---

u. a. darin gezeigt, daß Röhren, welche ich zur chemischen Harmonika verwendet hatte, sogar viele Stunden später ohne alle weitere Veranlassung zersprangen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß die durch einen Knall entstehenden Luftschwingungen die Blätter von Bäumen abreißen, Glasscheiben, ja ganze Gebäude zertrümmern.

Wir haben bisjetzt das Vorhandensein des Weltäthers mehr auf mittelbare Weise zu erforschen gesucht, es erübrigt noch, mehr unmittelbare Beweise anzuführen, um die Zweifler vollkommen zu befriedigen.

Wenn von den Planeten und Monden unseres Weltkörpersystems, wenn von unserer Sonne und den Sonnen unseres Fixsternhimmels, die einen Abstand neben und hintereinander von etwa 10 Billionen Meilen besitzen; wenn ferner von den Sternenhaufen und Nebelflecken bis in die tiefsten Fernen des Weltraums das Licht als Verkündiger für das Vorhandensein aller dieser Körper zu uns gelangt, obwohl es ungeachtet seiner Geschwindigkeit von fast 42000 Meilen in 1 Sekunde von den äußersten uns noch sichtbaren erst in mehr als 20 Millionen Jahren uns erreicht; wenn endlich die Geschwindigkeit des Lichtes überall auf der Erde und im übrigen Weltraume und von allen Körpern mit beliebiger Farbe dieselbe ist: so kann dieses nur durch Vermittelung eines und desselben Stoffes von einer überall gleichmäßigen Beschaffenheit geschehen und wir haben durchaus keinen Grund, sein Vorhandensein an den Orten des unendlichen Raumes in Abrede zu stellen, in welche unser bewaffnetes Auge bisjetzt noch nicht gedrungen ist, und in welche es auch nie dringen wird. Es muß auch schon deshalb zwischen uns und allen zu uns herüber leuchtenden Weltkörpern ein Stoff vorhanden sein, weil ihr Licht mit wachsender Entfernung von uns geschwächt wird, aber ohne diesen Stoff würde der ganze Weltenraum trotz der unendlichen Anzahl von Sternen absolut lichtlos erscheinen, gleichwie es über der Erdoberfläche ohne Luft oder einen anderen Stoff lautlos wäre. Daß der Schall bei seinen verhältnißmäßig langsamen Schwingungen in einem luftleeren Raume sich mittelst des Aethers nicht fortpflanzen kann, liegt darin, daß das Bewegungsmoment dieses so ungemein zarten Stoffes allzu unbedeutend ist, um die massenhaften irdischen Körper zu Schallschwingungen anzuregen.

Die Schwingungen des Weltäthers bei den Fortpflanzungen des Lichtes sind wie er selbst unsichtbar. Der Weg eines Sonnenstrahles oder des elektrischen Lichtes in einem dunklen Raume ist nur durch Zerstreuung mittelst der sogenannten Sonnenstäubchen erkennbar; denn werden diese meist organischen Stoffe irgendwie verbrannt, z. B. durch glühendes Platin, eine unter den Strahl gehaltene Spiritusflamme oder auf eine andere Weise beseitigt, indem man Luft durch ein Wattenfiltrum hineinbläst; so zeigt sich der Raum völlig lichtlos (Tyndal) oder der Weg des Lichtstrahles zeigt sich da unterbrochen, wo in der Luft fremde Körperchen nicht schweben. Man kann so u. a. den Beweis

davon führen, daß selbst die von uns ausgeathmete Luft noch von dem eingeathmeten Schmutze enthält, aber um so weniger, je längere Zeit man die einmal eingeathmete Luft ausstößt.

Es ist ferner bekannt, daß ein Körper durch eine Flüssigkeit, in welcher er sich bewegt, unter übrigens gleichen Umständen einen um so größeren Widerstand erfährt, je dichter die Flüssigkeit ist, je schneller er sich bewegt und je weniger Masse er besitzt. Ist er aus lose miteinander zusammenhängenden Bestandtheilen zusammengesetzt, so können wegen dieses Widerstandes einzelne Theile von ihm abgerissen werden. Bewegte man z. B. eine Kugel, auf deren Oberfläche eine Menge Sandkörner nur lose aufgeklebt wären, im Wasser; so würden sich von letzteren manche ablösen und zwar zunächst die an der äußersten Umgränzung befindlichen, welche hinter sich keine schützenden Kugeltheile haben.

Eine ähnliche Erscheinung erkennen wir im Weltraume. Die aus zarten Bestandtheilen zusammengesetzten Kometen führen bei ihrer Bewegung um die Sonne einen um so mehr sich verlängernden Schweif hinter sich, je näher sie der Sonne kommen, also je schneller sie gehen. Er besteht aus Theilchen, welche sich wegen des Widerstandes am Weltäther vom Hauptkörper abgelöst haben und die Gestalt eines Kegels bilden würden, wenn der Komet sich in einer geraden Richtung bewegte. Da hierbei kein Grund zu einer ungleichmäßigen Vertheilung der Theilchen im Schweife vorhanden wäre, so würde derselbe, von der Seite betrachtet, uns von seiner Axe aus nach den beiden Gränzlinien mit gleichmäßig zunehmender Helligkeit erscheinen. Nun bewegt sich aber jeder Komet namentlich bei der Sonnennähe in einer krummen Bahn und zieht auch seinen Schweif in ihr nach sich. Findet er nun in der That einen Widerstand vor, so werden seine nach der Außenseite der Bahn befindlichen Theile ungeachtet ihrer größeren Fliehkraft mehr zusammengedrängt werden, als die an der inneren, denen auch der Kopf des Kometen den Weg gewissermaßen freier gemacht hat. Besonders deutlich zeigte sich diese leider gar zu wenig beachtete Erscheinung an dem schönen Kometen von 1859 und gab mir einen sehr deutlichen Beweis ab von dem Vorhandensein eines widerstehenden Stoffes. — Dafür bieten die Kometen endlich noch einen dritten Grund dar: nämlich die Umlaufszeit der zu unserer Sonne gehörigen Kometen wird verkleinert, was gewiß nicht der Fall wäre, wenn nicht ein ihrer Bewegung widerstehendes Mittel die Fliehkraft verminderte, so daß die Anziehungskraft der Sonne gegen sie stärker hervortritt. Encke hatte bei dem von Pons entdeckten Kometen gefunden, daß

sein 1207 Erdentage umfassendes Jahr nach einer 19maligen Wiederkehr (von 1789 bis 1859) bereits um zwei Tage kleiner geworden war. — Die Zeit des Umlaufes von 3066 Jahren für den großen Kometen von 1811 wird sich schon bei seinem nächsten Erscheinen um 177 Jahre verkürzt haben. — Die sehr massenhaften Planeten überwinden den Widerstand des sehr zarten Weltäthers so leicht, daß ihr Jahr während sehr langer Zeiträume als unverändert angesehen werden kann, aber an sich unveränderlich ist es nicht, sondern es muß sich verkürzen und die Exzentrizität dabei sich verkleinern. Nach einer Berechnung von Thomson beträgt sein Gewicht in einem Rauminhalte von dem unserer Erde (2650 Kubikmeilen) nur 250 Pfunde.

Weil der Aether den unendlichen Raum einnimmt, so kann er als Ganzes eine Bewegung nicht besitzen, aber jedes seiner kleinen Stofftheilchen ist fähig, innerhalb gewisser Gränzen eine Bewegung anzunehmen und sie auch fortzupflanzen, welches also nur eine schwingende Bewegung sein kann, bei welcher wir aber auch, wenn es wirklich der Fall ist, alle Erscheinungen aus der Wellentheorie wiederfinden müssen. Denken wir uns die Urtheilchen des Weltäthers als außerordentlich kleine, absolut elastische und leicht bewegliche Kügelchen, von denen jedes für sich im indifferenten Gleichgewichte sich befindet; so lassen sich die physikalisch nachgewiesenen Querschwingungen in allen Ebenen lothrecht auf die sogenannten Lichtstrahle, sowie die außerordentlich schnelle Fortpflanzung der Bewegung in seiner Richtung ungezwungen erklären. *)

Wie wenig wir die einen Schall fortpflanzenden Schwingungen der Luft sehen, eben so wenig können wir die das Licht fortpflanzenden Aetherschwingungen unmittelbar wahrnehmen; wir haben aber trotzdem für das Vorhandensein der letzteren die glänzendsten Beweise.

Die beiden von den Zinken einer tönenden Stimmgabel ausgehenden Wellensysteme bilden bekanntlich in der Luft Koinzidenz- und Interferenzstellen, d. h. Stellen in denen wegen des Zusammentreffens der von den beiden Zinken ausgehenden Luftschwingungen der Ton stark und andere Stellen, in denen er ganz schwach erklingt, weil hier die Luft von den beiden Molekelsystemen zu einer entgegengesetzten Bewegung angeregt wird. — Ganz dieselbe Erscheinung zeigen die von zwei leuchtenden, einander sehr nahe liegenden Punkten ausgehenden Aetherwellensysteme, indem sich beim Zusammentreffen derselben auf einer

*) S. mein Handbuch der Physik, Bd. II. S. 12.

weißen Fläche selbst im luftleeren Raume abwechselnd helle und dunkle Streifen bilden; denn in jenem Falle treffen gleiche, in diesem entgegengesetzte Schwingungsphasen der beiden Wellensysteme des Aethers zusammen. Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit den sogenannten newtonschen Farbenringen, so wie mit den hellen und dunklen Linien der Spektren verschiedener leuchtender Körper.

Der Weltäther tritt aber nicht blos da auf, wo ein anderer Stoff nicht ist, sondern auch zugleich mit und in den Stoffen der Körper; er durchdringt selbst die härtesten Körper auf unserer Erde, wie den Diamant und nimmt auch an deren Bewegung theil. Werden nämlich zwei Lichtstrahlen aus derselben Quelle unter einem sehr spitzen Winkel einzeln durch je eine mit Wasser gefüllte Röhre geleitet, bevor sie einander interferiren, und strömt das Wasser in der einen vom, in der anderen zum Lichte; so werden die Interferenzstreifen zur Seite geschoben und zwar in der Richtung, in welcher das Wasser sich gegen den Strahl bewegt. Es enthält also diese Röhre weniger Lichtwellen, indem der Aether von dem bewegten Wasser mit fortgerissen wird. Ebenso wird auch ein Ton höher oder niedriger, jenachdem man sich ihm schnell nähert (auf Eisenbahnen) oder von ihm sich entfernt (der Ton kommt oder geht); denn man hört in einer bestimmten Zeit in jenem Falle mehr, in diesem weniger Tonwellen, als wenn Beobachter und Tonquelle ruhen.

Wenn es wol höchst auffallend ist, daß ein Maß Wasser 670 Maß Ammoniakgas in sich aufnehme, und als Gas unsichtbar machen kann, so darf es nicht befremden, daß der unendlich zartere Aether nach den Gravitationsverhältnissen der Körper in einem wenn auch verschiedenen, so doch sehr verdichteten Zustande in ihnen vorhanden sein muß.

Da nun die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Bewegungszustandes von der Natur des leitenden Körpers, von seiner Dichtigkeit, Kohäsion und Elastizität abhängt; so muß sie in Körpern von durchweg gleichmäßiger Beschaffenheit in ihrem Innern (Luft, Wasser, Glas), nach allen Richtungen eine gleiche sein, und solche Körper heißen in Beziehung auf die Verbreitung des Lichtes in ihnen isotropische. Jede durch einen isotropischen Stoff vermittelte Wirkung auf Entfernungen nimmt in ihrer Stärke so ab, wie die Quadratzahlen der Entfernung von der Kraftquelle abnehmen. Dieses auf einer mathematischen Grundlage aufgebaute Gesetz gilt für alle Wirkungen auf die Entfernung. Aber in krystallinischen Körpern ist die Anordnung der Massetheilchen, die Härte, Spaltbarkeit, Elastizität nach verschiedenen Richtungen verschieden, also

auch die Fortpflanzung des Lichtes, der Wärme und der Elastizität und sie heißen heterotrope Körper. Dieses zeigt sich u. a. recht deutlich beim Kalkspathe, welchen das Licht in der Richtung der Hauptaxe mit einer größeren Geschwindigkeit bei geringeren Wellendimensionen durchdringt, als in jeder anderen, namentlich in der darauf senkrechten; also muß Dichtigkeit und Elastizität des Aethers in der Richtung der Hauptaxe die größte, in der darauf senkrechten die kleinste sein, wie es in der That auch mit der Kohäsion der Fall ist. — Krystallform und Lichtbrechung stehen in einer so gesetzmäßigen Beziehung, daß man von dem Einen auf das Andere schließen kann. Eine Störung der Gleichgewichtslage von den Molekeln eines irdischen Körpers (z. B. ein Druck auf einen schnell abgekühlten Glaswürfel) setzt auch den in ihnen enthaltenen Aether in Bewegung, so daß dieser dann auch den außerhalb befindlichen Aether ebenfalls zu Bewegungen anregen kann und wird; aber auch umgekehrt setzt der außerhalb der Körper vorhandene Aether bei seinen Bewegungen den in den Körpern befindlichen und dadurch auch die Molekel der letzteren ebenfalls in Bewegung. Diese oft räthselhaften, geheimnißvollen, ja man möchte sagen geisterhaften Uebertragungen oder Wirkungen auf die Entfernung sind für die Erklärung einer großen Anzahl von Erscheinungen von der allergrößten Wichtigkeit.

Da die als Wärme erkennbaren stehenden Schwingungen der Stofftheile irdischer Körper auch den in ihnen befindlichen Aether in Schwingungen versetzen, so muß auch eine Fortpflanzung letzterer auf den umgebenden Aether außerhalb der Körper stattfinden und zwar ganz in der beim Lichte vorkommenden Weise, also mit derselben Geschwindigkeit, mit den Erscheinungen der Koinzidenz, Interferenz und Beugung, nur daß diese strahlende Wärme mit ihren fortschreitenden Schwingungen nicht sichtbar macht. Sie zeigt sich im Farbenbilde der Sonne vor dem Roth und es gehört daher zu ihr eine kleinere Schwingungszahl als zum Roth (461 Billionen in 1 Sekunde).

Als Träger der Lichtschwingungen kann nur der Aether angesehen werden, er mag sich in oder außerhalb der Körper befinden; als Träger der Wärme sowohl die irdischen Körper als auch der Aether. Die Fortpflanzung der Wärme durch irdische Körper heißt Leitung, die durch den Aether aber Strahlung; jene läßt sich nicht verhindern, wohl aber diese (adiathermane Stoffe). Durch schnelle Verkleinerung eines leeren (also nur Aether enthaltenden Raumes) läßt sich Wärme nicht erzeugen.

Nach allen den angeführten Thatsachen möchte man von denen, welche den Weltäther immer noch für etwas Hypothetisches ansehen,

wirklich die Meinung haben, daß ihnen für Naturanschauungen der rechte Sinn und Forschungsgeist abgehe. Es fällt ihnen schwer festzuhalten, daß der Stoff nur dann zu einem Individuum d. h. zu einem Körper wird, wenn er eine bestimmte Form annimmt und daß eben der Weltäther als etwas Endloses kein Körper ist.

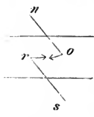
4. Das Wesen des elektrischen Lichtes.

Nachdem wir einige von den Thatsachen angeführt haben, welche geeignet sind theils das Vorhandensein des Weltäthers festzustellen, theils erkennen zu lassen, daß das Licht überhaupt eine Schwingungserscheinung desselben ist, wollen wir nun das elektrische Licht betrachten.

So wie die Luft den Schall entweder fortpflanzt oder selbst schallt, wie z. B. in tönenden Pfeifen; so ist es auch mit dem Aether der Fall in Beziehung auf das Licht, denn er pflanzt das Sonnenlicht im Weltraume und in allen für weißes Licht durchsichtigen Körpern fort, aber er leuchtet auch selbst, wie im elektrischen Funken, im luft- und dampfleeren Raume (elektrischer Eie), beim Zusammendrücken von Luft, Wasser, Dämpfen u. a. In beiden Fällen sind dort fortschreitende, hier stehende Wellen; das Erscheinen des Blitzes an einem bestimmten Orte ist vergleichbar mit einer tönenden Pfeife. Daß im elektrischen Funken der Aether selbst leuchtet, geht aus verschiedenen Thatsachen hervor. Er ist durch alle farbigen Gläser stets in der betreffenden Farbe sichtbar und wird durch sie sogar in dem Falle nicht ausgelöscht, wenn sie für jedes andere Licht undurchdringlich sind, wie wenn man ein grünes und ein rothes Glas aufeinander legt; ferner zeigt er sich selbst da, wo eine eigentliche Verbrennung unmöglich ist, z. B. im Stickstoffe, im kohlensauren Gase, im Wasser, in Aetherdämpfen. — Weil der Aether alle irdischen Körper durchdringt, so ist auch in allen Körpern eine elektrische Funkenentladung wahrnehmbar und sie zeigt nur einige Verschiedenheit je nach der Beweglichkeit der Körpermolekel und den Aggregatzuständen: bei den festen Körpern ein Glühen, Schmelzen, Zerstäuben; bei den tropfbarflüssigen und luftigen Körpern aber Glanz und Schall, weil zu den Aetherbewegungen eine Trennung der Molekel der Flüssigkeit tritt, die nach geschehener Entladung ein mit Schall verknüpftes Zusammenschlagen zur Folge hat.

Das Kraftmoment der elektrischen Funkenentladung ist nicht un-

bedeutend. Wird nämlich die Dauer des elektrischen Funkens zu $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde und die mittlere Schwingungszahl des Lichtes auf 600 Billionen angenommen, so ist das Erscheinen des elektrischen Funkens immer noch mit fast 521 Millionen Schwingungen in 1 Sekunde verknüpft. Es wäre also nur die Frage zu beantworten, wie bei der elektrischen Abgleichung zweier irdischer Körper der Weltäther in solche Schwingungen versetzt wird.



Wenn zwei Körper mit ungleicher Spannungselektrizität einander gegenüber stehen, so sind deren Molekel aus ihrer Gleichgewichtslage so gebracht, daß sie wie in Fig. 15 on und rs in beiden parallel sind. Aber diese durch irgend eine Arbeit (z. B. Reiben) erzwungene Lage ist nicht ihre natürliche; auch der Weltäther nimmt theil an dieser erzwungenen Lage und ist somit gegen den außerhalb der Körper befindlichen Aether nicht im Gleichgewichte. Wenn nun bei der parallelen Lage der Molekel die Enden wie o und r der einzelnen Paare während der Annäherung der Körper einander nahe genug kommen, so geschieht eine Ausgleichung des an ihnen befindlichen verdichteten Aethers mit dem dazwischen befindlichen verhältnißmäßig wol außerordentlich viel weniger dichten; der Aether reißt sich behufs dieser Ausgleichung von den Molekeln los und diese kehren bei elektrischen Abgleichungen mit $^3/_4$ einer Schwingung, bei magnetischen nur mit $^1/_4$ in ihre natürliche Gleichgewichtslage zurück. Nur in jenem Falle kann, wie bei der Entstehung eines Knalles in der atmosphärischen Luft*) in dem zwischen den elektrischen Körpern befindlichen Aether eine solche schwingende Bewegung entstehen, daß sie selbst als sichtbar und durch die Theilnahme der Luft an derselben hörbar wird. Wenn bei elektrischen Entladungen durch irdische Körper der Funke einen beschränkten Raum einnimmt, so ist dieses eine Folge des Massenwiderstandes gegen die Aetherschwingungen. Daher rührt, wie wir noch näher sehen werden, die Ausbreitung des elektrischen Lichtes im leeren Raume, wo dieser Widerstand nicht vorhanden ist.

Die Farbe des elektrischen Funkes richtet sich theils nach dem Stoffe, in welchem er erscheint, theils nach dem Stoffe der Elektroden, von welchem bei der Ausgleichung unendlich kleine Theilchen abgerissen werden. In beiden Fällen bedingt das Atomgewicht der Körpermolekel

*) Ph. Spillers Handbuch der Physik, Thl. II. S. 9.

die Anzahl der Schwingungen oder die Farbe: je größer dieses Gewicht ist, destomehr nähert sich die Farbe dem rothen Ende des Spektrums.

Bei Gewittern fährt der Blitz deshalb im Zickzack herab, weil die Luft, durch welche die Entladung stattfindet, ungeachtet ihrer Zusammenrückbarkeit einen Widerstand leistet und dann, nachdem sie stellenweise dichter geworden, zufolge ihrer Elastizität in äußerst kurz bemessenen Pausen ein Zurückspringen in einer anderen Richtung verursacht. — Ist aber die Entladung eine minder heftige, so ist der Widerstand der Luft weniger einseitig, sondern vielmehr ringsum fast ziemlich gleichmäßig und die scheinbar so wunderbare Folge davon ist, daß wir einen kugelförmigen Feuerballen mit geringerer Geschwindigkeit herab kommen sehen.

Es ist uns also vergönnt im elektrischen Funken den Aether selbst zu sehen, gleich wie wir beim Tönen einer Pfeife die Luft in ihr hören. Aber nicht blos wenn, wie hier, eine verrichtete Arbeit rückgängig gemacht wird, können wir den Weltäther schwingen sehen, sondern auch wenn die Arbeit verrichtet wird, wie wenn man im pneumatischen Feuerzeuge die Luft so schnell zusammendrückt, daß durch Vermehrung der Schwingungsanzahl ihrer Molekel auch der in ihr befindliche Aether schnell zu schwingen genöthigt wird. Wie im Blitze so auch hier zündet nur der Weltäther. Diesen Gedanken, welchen wir später noch eine festere Gestaltung geben werden, müssen wir festhalten, wenn wir tiefer eindringen wollen in das Walten im Weltraume.

Wenn nicht blos eine augenblickliche und einmalige Abgleichung entgegengesetzter Elektrizitäten stattfindet, sondern eine fortwährend wiederholte Ladung (oder Erzwingung der Spannungslage) durch eine unmittelbar daraufolgende Entladung (Rückkehr in die Gleichgewichtslage) aufgehoben wird, wie bei einem sogenannten elektrischen Strome; so ist auch bei getrennten Elektroden die Funkenentwickelung eine andauernde. Wäre der Kreislauf der elektrischen Bewegung durch einen ununterbrochenen Leitungsdraht geschlossen, so würden die Ladungen und Entladungen unter Umständen nur ein Glühen und Schmelzen desselben bewirken. Geschieht dieses nicht und trennt man die mit den Händen gehaltenen Elektroden voneinander, so ist der in unseren Gliedern empfundene Trennungsschlag heftiger, als der bei der Verbindung, denn durch die Trennung der beiden Elektroden hört die einseitige Spannungslage der Molekel auf und sie machen beim Rückgange in ihre natürliche Gleichgewichtslage eine Schwingung von größerer Weite, zu welcher auch unsere Körpertheile veranlaßt werden.

Es ist für die Begründung der von mir festgehaltenen Auffassung des Wesens der Elektrizität, des Magnetismus und der elektrischen Entladung von Interesse zu erkennen, daß sich nicht nur die Magnetisirung eines Stahlstabes sowohl durch den einfachen mit einem Knalle verbundenen Entladungsschlag, als auch durch den geräuschlos dahinfließenden sogenannten elektrischen Strom als nothwendeg ergibt, sondern daß auch die dadurch erlangte Polarität der elektrischen Spannungslage vollkommen entspricht.

Bildet der um die zu magnetisirende Stahlnadel von Süden nach Norden geführte Leitungsdraht eine rechts gewundene Spirale (oben, rechts, unten, links) und bringt man das Ende derselben mit der negativ elektrischen, den Anfang mit der positiv elektrischen Belegung einer geladenen Flasche in Verbindung; so erscheint beim Schließen der Kette der Entladungsschlag und jenes Ende der Nadel hat den magnetischen Nordpol (positiven Magnetismus), dieses den magnetischen Südpol (negativen Magnetismus). Bei einer links gewundenen Spirale ist die Polarität die entgegengesetzte. Der in solcher Weise am weichen Eisen durch einen elektrischen Strom hervorgebrachte Magnetismus wird Elektromagnetismus genannt. Er entsteht und verschwindet gleichzeitig mit der elektrischen Bewegung im Leitungsdrahte; beim Stahle ist er bleibend.

Die Nothwendigkeit der Magnetisirung der Stahlnadel ist bald einzusehen; denn die in ihren Molekeln von der Gleichgewichtslage an durchlaufene Schwingung vollendet bei der elektrischen Entladung selbst unmittelbar durch ihn nur noch die letzten drei Viertel in ihm, von denen die zwei ersten nach einer gewissen Richtung, das letzte aber allein nach der dieser entgegengesetzten geschieht, und somit jene zwei Viertel nicht aufheben kann, so daß das übrige eine Viertel in ihm als Magnetismus zurückbleibt. Ein gleich starker Schlag nach der Umkehrung der Elektroden hebt den Magnetismus natürlich wieder auf.

Daß bei dem Entladungsschlag die Molekel mit drei Vierteln einer Schwingung eine rückgängige Bewegung machen, wird durch die Erfahrung vollkommen bestätigt, denn geht der Schlag durch einen Platindraht, welcher so stark ist, daß er nicht geschmolzen wird, so wird er kürzer und dicker. Ein dünner Eisendraht, durch welchen eine continuirliche Entladung geht, zerreißt in Stücke, welche beim Schmelzen zufolge der Wärmeschwingungen lauter Hohlkugeln geben.

Dieser Vorgang beim Magnetisiren durch Elektrizität bestätigt die schon früher aufgestellte Behauptung, daß der Nordpol (das Nordende) eines Magneten sich wie positive, der Südpol sich wie negative Elektri=

zität verhält. In einem bereits vorhandenen Stahlmagneten geht der positive Strom in einer links gewundenen Spirale um den Magneten, und daher findet sich für Magnetismus und Elektrizität, sowohl wenn man jedes für sich betrachtet, als auch wenn man ihr gegenseitiges Verhalten untersucht, das allgemeine Gesetz bestätigt:

gleichgerichtete Ströme oder verschiedene Polaritäten ziehen einander an, ungleichgerichtetete Ströme oder dieselben Polaritäten stoßen einander ab.

Die durch den elektrischen Strom (kontinuirliche Entladung) bewirkte Magnetisirung muß eine Polarität erzeugen, welche der durch den einfachen Schlag (diskontinuirliche Entladung) hervorgebrachten grade entgegengesetzt ist. Wenn nämlich beim Strome die Schwingungen der Molekel jenseits der Gleichgewichtslage stattfinden und bei der Spannungselektrizität die festgehaltene Schwingung auch jenseits liegt, so müssen die wiederholten Ladungsstöße des Stromes die Molekel auch jenseits fixiren, dagegen muß die Schwingung beim Rückschlage während der Entladung der Spannungselektrizität die Molekel diesseits festhalten (von den $^3/_4$ der Schwingung fallen $^2/_4$ diesseits). Das Jenseits und Diesseits gibt entgegengesetzte Magnetismen.

Gleichwie die Wärmeschwingungen fähig waren, selbstständig auftretende schmelzflüssige Metallkugeln hohl zu machen, so werden auch durch die Schwingungen bei elektrischen Entladungen Hohlröhren erzeugt: Blitzröhren beim Gewitterschlage, oder wenn man den Schlag einer elektrischen Batterie durch zerstoßene (mit Seesalz vermischte) Glasstückchen leitet.

Es ist nach dem Gesagten nothwendig und steht auch experimentell fest, daß die schwächere Funkenentladung eine kleinere Erwärmung, aber eine stärkere Magnetisirung bewirken muß, weil zur Funkenentladung eine größere Spannung, also ein größerer Ausschlag für die Hauptschwingung (Magnetismus) erforderlich ist. Soll also in einer Flüssigkeit die Funkenentladung vorsichgehen, so verlangt sie eine um so größere Ladung, je besser die Flüssigkeit leitet, indem der Funkenentladung eine kontinuirliche vorhergeht, welche einen Theil der Spannung ohne Funken aufhebt. Daher kommt auch die Verminderung der Erwärmung des Schließungsbogens bei der Funkenentladung im Wasser durch den Zusatz von Salz, wodurch die Leitungsfähigkeit des Mittels zwischen den Elektroden vermehrt wird. — Geschieht die Entladung durch verschiedene Flüssigkeiten, so ist sie nach der Natur dieser Flüssigkeiten und der Gestalt der Elektroden theils eine kontinuirliche, theils eine diskontinuirliche,

mit Funken und Knall die Flüssigkeit durchbrechende und dabei die Erwärmung des Leitungsdrahtes um so größer, je größer der Leitungswiderstand ist, weil die bewegende Kraft dauernder auf die Massentheilchen des Drahtes einzuwirken gezwungen wird.

Ein Platindraht ist bei der Entladung ganz mit unterbrochenen leuchtenden Stellen bedeckt, während ein Kupferdraht dieses sehr wenig zeigt; also leitet dieser besser als jener.

Je mehr Metallfläche mit der Flüssigkeit in Berührung kommt, desto eher wird die Funkenentladung zu einer kontinuirlichen. Zur Funkenentladung ist nothwendig, daß wenigstens eine der Elektrodenflächen einen nur kleinen Querschnitt von etwa 1/6 Linie Durchmesser darbietet.

Je größer die Elektrodenfläche ist, welche positive Elektrizität in eine Flüssigkeit führt, und je besser die Flüssigkeit leitet, desto geringer ist die erwärmende und auch mechanische Wirkung im metallischen Schließungsbogen, da der wesentlichste Theil der Kraft auf die Flüssigkeit übergetragen ist. Die Erwärmung ist also größer, wenn die positive Elektrizität von einer Drahtelektrode ausgeht, als von einer Kugel.

Die Erwärmung einer Flüssigkeit durch den elektrischen Strom nimmt zu mit der elektrischen Spannung bei bestimmter Entfernung der Elektroden und nimmt ab mit der Entfernung derselben bei bestimmter Spannung. Die veränderte Entladung in der Flüssigkeit ändert auch die Erwärmung.

Es ist für die Vergleichung der Schwingungserscheinungen untereinander sehr wichtig, daß die Vergrößerung der elektrischen Spannungslage der Molekel nicht blos eine Verstärkung des Magnetismus, sondern bei der Entladung auch eine größere Wärme erzeugt: Wenn nämlich durch eine bestimmte Elektrizitätsquelle, welche durch die Funkenzahl eines Funkenmessers angegeben wird, auf zwei Batterien von verschiedener Abmessung eine Verschiedenheit der Spannung erzeugt worden ist; so gibt die größere Spannung (auf der kleineren Fläche) im Schließungsdrahte eine größere Wärme, weil durch die große Schwingungsweite bei der Entladung die Molekel mit ihren Schwerpunkten schneller zu schwingen genöthigt werden.

Da die Schwingungsweiten und Schwingungszahlen nach der Verschiedenheit der Elektrizitätserreger und Zwischenkörper auch verschieden sind, so ist es natürlich, daß die Erscheinungen an den beiden Poldrähten, so lange sie noch voneinander abstehen, verschieden sein werden. An dem positiven Pole, an welchem sich bei der Wasserzersetzung der negative Sauerstoff bildet (mit viel Leuchtkraft und wenig Wärme)

erscheint zuerst dunkle Wärme mit ihren langsameren und weiteren Schwingungen und dann Roth mit der kleinsten Schwingungszahl des Farbenspektrums; an dem negativen Pole, an welchem sich der positive Wasserstoff entwickelt (mit wenig Leuchtkraft und viel Wärme), erscheint zuerst das Licht, unabhängig von der Verbrennung und zwar als Blau mit der größten Schwingungszahl. Erst aber, wenn Licht und Wärme bis zu einem gewissen Grade gesteigert sind, geben sie Flamme. Nach dem negativen Pole hin koinzidiren die Licht-, nach dem positiven hin die Wärmewellen, so daß dann in dem zwischen ihnen entstehenden Lichtbogen dort ein heller Punkt, hier mehre dunkle Streifen entstehen (Licht-Interferenz, Wärme-Koinzidenz). Also ergänzen einander Wärme und Licht bei der elektrisch-chemischen Thätigkeit, so daß in der Verbindung sich eine Herstellung des dynamischen Gleichgewichtes zeigt.

Läßt man bei einem dauernden elektrischen Strome die Leitungsdrähte von den beiden ungleichnamigen Polen in einem luft- und dampfleeren Raum, in welchem sich also nur Weltäther befindet, gehen; so leuchtet derselbe fortwährend, indem er durch die Schwingungen der Molekel beider Poldrähte ebenfalls zu Schwingungen angeregt wird, welche nach den Gesetzen der Dynamik viel schneller sein müssen als die der massigen Körpermolekel. Hierbei zeigen sich Erscheinungen, welche ebenso wunderbar als nach meinem Dafürhalten aus den allgemeinen Naturgesetzen leicht erklärbar sind.

Die in dem Leitungsdrahte stattfindenden Ladungen und Entladungen werden in diesem Falle von dem einen Poldrahte zum anderen durch den Weltäther übergetragen. Nun wissen wir aber bereits daß die Ladungsstöße langsamer geschehen, als die Entladungsstöße, weil dort die Molekularkräfte des Leitungsdrahtes der elektromotorischen Kraft entgegenwirken, hier aber die rückgängige Bewegung unterstützen. Daher ist das Bewegungsmoment bei den Ladungsstößen kleiner als bei den Entladungen und es muß also der Aether in jenem Falle zu langsameren Schwingungen angeregt werden, als in diesem. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird durch die Thatsache bestätigt, daß das Licht im leeren Raume am positiven Poldrahte roth, am negativen blau erscheint; zu jenen gehören aber (nach Unger) in 1 Sekunde 461, zu diesen 720 Billionen Schwingungen.

Ueberdies aber zeigt sich das Licht in diesem Raume noch geschichtet und unruhig fackernd. Der Grund davon liegt darin, daß bei dem Entgegenkommen der beiden Schwingungssysteme sich Stellen der Koinzidenz (helle) und Interferenz (dunkle) bilden, und weil die elektrischen

Ladungen und Entladungen, wie schnell sie auch immer geschehen mögen, kleine Pausen zwischen sich haben, so kann das Licht nicht ein ruhiges mit stillstehenden Schichten sein und kann auch nicht überall eine gleiche Stärke haben.

Schlägt ein elektrischer Funke durch verschiedene Stoffe zwischen verschiedenen Körpern über, so ist sein Licht gemischt aus dem des Zwischenstoffes und den der Theilchen der Körper, zwischen denen er überschlägt. Das durch den Farbeton ausgedrückte Bewegungsmoment des Funkens ist ebenso von dem Mittel und den von den Leitern abgerissenen Atomtheilchen abhängig, wie die Höhe eines akustischen Tones von dem Wesen und der Reinheit des tönenden Mittels. — Da im destillirten Wasser der elektrische Funke roth, in Salzwasser gelb ist, so läßt sich schließen, daß im letzteren die Aethersphären der massenreicheren zusammengesetzten Molekel dichter und elastischer sind, da Gelb eine größere Schwingungszahl hat, als Roth. Daher tritt auch die Funkenentladung bei einer Kochsalzlösung früher ein, als beim destillirten Wasser.

Hierher gehört auch die Erklärung der prachtvollen Farbenerscheinungen, wenn die Röhren, durch welche man den elektrischen Strom leitet, verschiedene Dämpfe enthalten. Im Alkohol und Aetherdampf erscheint das elektrische Licht grünlich, im Kohlensäuregas lebhaft grünlichblau oder auch intensivblau, in Salzsäure fast weiß.

So wie in verschiedenen Gasen und anderen Körpern die Geschwindigkeit des Schalles verschieden ist und daher eine bestimmte Pfeife, welche nacheinander mit verschiedenen Gasen erfüllt ist, auch verschiedene Töne gibt; so ist auch das elektrische Licht in verschiedenen Gasen und Dämpfen verschieden gefärbt, d. h. der Aether wird dadurch veranlaßt, seine Schwingungszahl abzuändern und zwar nach meinem Dafürhalten nach Maßgabe der Atomgewichte der angewendeten Stoffe, je größer dieses ist, desto kleiner wird die Schwingungszahl oder desto mehr nähert sich die Farbe dem Roth.*) Wenn freilich die angewendeten Röhren oder Glasgefäße an verschiedenen Stellen

*) Diese nach rein mechanischen Grundsätzen stets von mir aufgestellte Ansicht hat neuerdings durch die spektralanalytischen Untersuchungen eine sehr erwünschte Bestätigung gefunden, denn auch die Refrangibilität der Spektrallinien der alkalischen Metalle (Cäsium, Rubidium, Potassium, Lithium) ordnet sich genau nach ihren Atomgewichten. Je brechbarer die Lichtstrahlen, (je größer die Schwingungszahlen sind), desto leichter werden sie zurückgeworfen.

noch verschieden große Querschnitte darbieten, so ist auch dieser Umstand auf die Farbe oder auf die Schwingungszahl des Aethers von Einfluß.

Diese Erscheinung ist sehr natürlich und steht durchaus nicht vereinzelt da. Leiten wir z. B. eine elektrische Bewegung durch einen Eisendraht mit abwechselnd dicken und dünnen Stellen, so werden die letzteren leichter erglühen als die ersteren, weil die dünneren Stellen wegen geringerer Masse durch dieselbe bewegende Kraft zu schnelleren Schwingungen angeregt werden, als die dickeren. — Ein elektrisch bewegter Leitungsdraht erglüht übrigens auch dann leichter, wenn man an eine Stelle desselben ein Stückchen Eis hält, weil an der dadurch abgekühlten Stelle die fortschreitenden elektrischen Schwingungen etwas aufgehalten (gestaut) und daher an den anderen beschleunigt und kräftiger werden.

Imallgemeinen wird sich die Farbe an den engeren Stellen der Röhre mehr dem blauen Ende des Spektrums nähern, an den weiteren dem rothen; aber wegen des schnellen Wechsels von Ladung und Entladung wird in Röhren von zusammengesetzter Form die Erscheinung selbst eine unruhig wechselnde sein. Weil die Größe des Querschnittes besonders bestimmend wirkt, müssen wir dafürhalten, daß der Aether in Querschwingungen auf der Verbindungslinie der beiden elektrischen Pole begriffen ist.

Wenn nun schon durch die obigen Betrachtungen als ermittelt angesehen werden darf, daß die Atome und Molekel in den irdischen Körpern nicht ohne den Weltäther vorkommen, so ergibt noch ein prachtvoller Versuch, daß er sich in ähnlicher Weise wie die athmosphärische Luft auch an der Oberfläche der Körper verdichtet. Steht nämlich in einem leeren Raume ein Becher von Uranglas, reicht der positive Poldraht einer Kette bis an den Boden, der negative nur etwas über den Rand, so scheint ein herrlicher Lichtstrom aus dem Becher überzulaufen.

5. Der Magnetismus und das elektrische Licht.

Eine für unsere Theorie und auch für die Erklärung der so räthselhaft auftretenden Polarlichter (magnetischen Gewitter) wichtige Thatsache finden wir in dem Einflusse des Magnetismus auf das elektrische Licht.

Abgesehen davon, daß bewegter Magnetismus zu Elektrizität wird und daß er in diesem Zustande das Licht selbst erzeugen kann, verhält er sich in seinem starren, rein magnetischen Zustande gegen das elektrische

Licht, also gegen den schwingenden Weltäther, ebenfalls anziehend und abstoßend, je nach der Richtung, in welcher der Aether die positiven oder negativen Schwingungen aufgenommen hat und fortgepflanzt und dabei beziehungsweise ein positiver oder negativer Magnetpol angewendet wird.

Wenn man bei der Vorrichtung, durch welche das außerordentlich helle elektrische Kohlenlicht hervorgebracht wird, statt des einen Kohlenpoles einen Magnetstab anwendet, so dreht sich der Flammenbogen um ihn ganz nach den Gesetzen der Ströme in beweglichen Leitungsdrähten. Das elektrische Licht ist also denselben Anziehungen und Abstoßungen unterworfen, wie elektrische und magnetische Stoffe irgend einer Art.

Weil in jeder Flamme ein elektrischer Strom vorhanden ist, so muß sie bei der Näherung des einen Magnetpoles sich nach einer gewissen Richtung drehen, bei dem anderen in entgegengesetzter. Es ist gerade so als wenn ein elektrisch durchströmter Leitungsdraht in der Nähe eines festen Magneten um seine Axe drehbar angebracht ist.

Die Verbindung der beiden Thatsachen, daß der Magnetismus nicht blos das elektrische Licht im leeren Raume ablenkt, sondern auch die Polarisationsebene jedes anderen Lichtes, welches durch einen Körper geht, spricht ebenfalls dafür, daß der Weltäther die irdischen Körper durchdringt, indem er die Atome derselben je nach ihrem Gewichte umhüllt und an den Bewegungen derselben theilnimmt, gleichwie die Erdatmosphäre als ein Ganzes die Bewegungen der Erde im Raume theilt. — Ebenso spricht dafür das oft gleichzeitige Auftreten von Wärme und Licht in den irdischen Körpern.

6. Die Wechselwirkung aller Schwingungserscheinungen.

Obwohl die Naturerscheinungen als solche, mögen sie nun ohne unser Zuthun oder mit Benutzung besonderer Hilfsmittel auftreten, für jeden scharfen Beobachter klar genug hervortreten, um sie als Thatsachen über allen Zweifel zu erheben; so bilden sie doch in Beziehung auf die Erkenntniß ihres Wesens und der sie erzeugenden Grundursachen eine Hieroglyphenschrift, deren richtige Deutung sehr oft nicht geringe Schwierigkeit bereitet.

Um nun dem Wesen der Naturkräfte mehr und mehr auf die Spur zu kommen, stellt der Naturforscher zwar Versuche an; aber siehe da!

der Stoff zu den Untersuchungen wächst bald lawinenartig an und das Feld der Wahrnehmungen erweitert sich durch die Entdeckung neuer Gebiete in einer fast besorgnißerregenden Weise. Wo ist da der Faden der Ariadne, welcher uns durch das geheimnißvolle Labyrinth der Thatsachen den wahren Ausgangspunkt zeigt?

Je mehr man die Erscheinungen vereinzelt betrachtet, desto räthselhafter zeigen sie sich; je mehr man aber nach einer gemeinschaftlichen Grundursache forscht, desto klarer tritt der Zusammenhang scheinbar verschiedener Thatsachen hervor.

Alexander von Humboldt sprach zwar diesen herrlichen Gedanken aus, es war ihm aber bei der Abfassung seines Kosmos noch nicht vergönnt, die praktischen Wissenschaften soweit vorgeschritten zu sehen, um ihm das rechte Fleisch und Blut zu geben. Es ist nun aber grade die wunderbare Oekonomie, welche bei dem überwältigenden Reichthume die Auffindung allgemeiner Gesetze und des einfachen Wesens der Erscheinungen so schwierig macht.

Wir haben in den bisherigen Betrachtungen zwar schon vielfach Gelegenheit gehabt zu zeigen, wie verschiedenartige Erscheinungen einander bedingen, und wir konnten auch diesen Zusammenhang jetzt schon nicht übergehen, ohne uns eines wesentlichen Vortheiles für die Enträthselung ihres Wesens zu berauben; wir müssen aber, um dem Hauptzwecke dieser Schrift, die einheitliche Kraft in der ganzen Welt aufzusuchen, näher zu treten, den inneren in der That merkwürdigen Zusammenhang übersichtlich zusammenfassen und wir werden dann erst erkennen, daß wir es nur mit Umwandlungen der Bewegungsarten zu thun haben, und daß, wo irgend eine neu wirkende Kraft auftritt, eine andere theilweise oder ganz verschwunden ist, aber alles nach bestimmten Maßen und Gesetzen. Wir müssen dabei überall die Beziehungen zwischen Ursache und Wirkungen sorgfältig gegeneinander abwägen, um schon dadurch den Kräften auf die richtige Spur zu kommen. Vor Allem steht zweierlei fest:

1) durch sehr verschiedene Mittel, welche gar keine Verwandtschaft miteinander zu haben scheinen, kann dieselbe Erscheinung hervorgebracht werden;

2) durch dasselbe Mittel lassen sich aber auch ganz verschiedene Erscheinungen hervorbringen.

Wir wollen nach beiden Beziehungen eine Reihe von Thatsachen kurz anführen, wobei wir des Zusammenhanges wegen nicht umhin können in einzelnen Punkten auf Früheres zurückzukommen.

a) Von dem Schalle, welcher als eine Schwingungserscheinung vorzugsweise leicht erkannt wird, wissen wir, daß er erzeugt wird durch Blasen, Schlagen, Reiben oder Streichen, durch Verbrennen von Knall- oder Leuchtgas in der chemischen Harmonika, durch Wärmeunterschiede zweier Körper, namentlich zweier Metalle beim Termophon; durch dynamische und statische Elektrizität; durch Magnetismus, wenn u. a. ein Stahlstab diskontinuirlich magnetisirt wird; endlich durch Licht, wenn auch nicht unmittelbar, wol aber, wenn es Wärme entwickelt hat oder eine chemische Verbindung recht plötzlich hervorbringt, wie bei der Vereinigung von Chlorgas und Wasserstoffgas. — Der Schall wird übigens in der Nähe eines kräftigen Elektromagneten auch verstärkt und bei der Unterbrechung des magnetoelekrischen Stromes wird in der Nähe eines Poles des Elektromagneten der Schlag einer Taschenuhr mit der Annäherung stärker.

Aus dem Zusammenhange von Schall und Elektrizität läßt sich noch ein Nutzen ziehen für die Erforschung des Wesens der Elektrizität. Weil nämlich Töne nur durch Schwingungen von gleicher Dauer erzeugt werden und elektrische Ströme sie hervorbringen, so müssen letztere auch in isochronischen Schwingungen bestehen. Wenn man durch einen Stab von weichem Eisen einen diskontinuirlichen Strom leitet, so werden die Eisentheilchen gezwungen, in der Längenrichtung hin und her zu schwingen, und der Stab gibt wirklich den zu den Längenschwingungen gehörigen Grundton. — Geht um die Mitte einer etwa 4 Fuß langen und 1 Zoll starken Stange aus weichem Eisen, die man auf einen Resonanzboden stellen kann, eine starke Kupferdrahtrolle, so tönt die Stange im Augenblick des Schließens und Oeffnens einer starken Batterie. — Oder umgibt man eine Induktionsrolle, in welcher unterbrochene elektrische Ströme erregt werden, mit einer dünnen Metallröhre, deren Ränder bis zur losen Berührung zusammengebogen sind; so entstehen je nach der Elastizität und Beschaffenheit des Stoffes und den Abmessungen der Röhre verschiedene Töne, deren Stärke mit der des Stromes zu- und abnimmt. Eine Eisenröhre kann sogar neben der Induktionsrolle stehen und tönt dennoch.

Die Erklärung der durch unmittelbare Sonnenbestrahlung in den irdischen Körpern erzeugten Wärme ist nicht anwendbar auf das Mondlicht, weil dieses polarisirt ist, also nur in einer Ebene schwingt und so die Fähigkeit nicht besitzt, die Molekel in irgend bedeutende Schwingungen zu versetzen.

b) Das Licht wird erzeugt durch Reibung, wobei rauhe Bergkrystalle

es sogar unter Wasser erkennen lassen; durch plötzliche Verdichtung, wie u. a. beim pneumatischen Feuerzeuge; durch Erwärmung, z. B. des Chlorophan, Diamant, Flußspath, wobei manche Körper je nach dem Grade der Wärme einen merkwürdigen Farbenwechsel zeigen, z. B. Zinnober, rothes Quecksilberoxyd, Mennige. Dieses ist ein deutliches Zeichen davon, daß die Temperaturgrade wirklich, wie wir früher schon zu erweisen suchten, von der Anzahl der Schwingungen der Molekel abhängen. — Ferner wird das Licht erkannt während der bei der Krystallbildung stattfindenden Atombewegung, durch welche der Aether in Schwingungen versetzt wird. Wenn man z. B. 4 Quentchen arsenigte Säure von glasartiger Beschaffenheit in einem Kolben von weißem Glase mit 3 Loth nicht rauchender Salzsäure und 1 Loth Wasser übergießt, das Ganze zum Kochen bringt und dann durch Verkleinerung der Flamme möglichst langsam erkalten läßt; so ist die Erzeugung eines jeden Krystalles im Finstern von einem Funken begleitet und bei der Bildung vieler während des Schüttelns entsteht ein lebhaftes Leuchten. — Die Krystallisation des schwefelsauren Kalis aus seiner wäßrigen Auflösung zeigt das Licht ebenfalls sehr deutlich. — Selbst bei der Trennung von Krystallen, wie beim Spalten von Zucker, erkennt man Licht.

Auch die bei chemischen Verbindungen eintretende Atombewegung ist nicht selten so heftig, daß sie den Aether zu schnellen Lichtschwingungen anregt. Schon bei dem langsamen Zersetzungsprozesse organischer Körper wie an faulendem Holze, an verwesenden Seefischen, zeigen sich phosphoreszirende Lichterscheinungen; weit kräftigere aber bei der schnellen Verbindung zweier Stoffe, von denen wir annehmen müssen, daß sie in einem entgegengesetzt elektrischen Zustande sich befinden. — Außerordentlich mannigfaltig sind die durch chemische Verbindungen eintretenden Farbenwandlungen, welche uns andeuten, wie das Atomgewicht der Stoffe bestimmend einwirkt auf die Schwingungszahl des Aethers. Es sind z. B. Stickstoff und Sauerstoff einzeln farblos, in ihrer chemischen Verbindung als Salpetersäure sind sie dunkelorangeblau. — Ebenso geben bestimmte Stoffe von verschiedenen Farben (Quecksilber, Schwefel, Sauerstoff) in verschiedenen Verhältnissen ganz verschiedene Farben. —

Welchen Einfluß die Schallschwingungen einer Glasscheibe auf das durch sie gehende Licht haben, ist bereits erwähnt worden. — Ebenso ist das elektrische und magnetische Licht bereits untersucht. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen aber ist es, daß der elektrische Muskelstrom das Licht ebenfalls zu erzeugen fähig ist.

c) Auch Wärme kann durch sehr verschiedene Mittel hervorgebracht werden: durch eine plötzlich mittelst Druck hervorgebrachte Raumverengung eines Stoffes; an einem Stücke Eisen z. B. durch die Sonnenstrahlen (Insolation), durch Stoßen, Schlagen oder Reiben desselben, d. h. überall wo fortschreitende Bewegung vernichtet wird; durch einen sogenannten elektrischen Strom; ferner durch Magnetismus bei der Drehung einer Kupferscheibe zwischen den Polen eines starken Elektromagneten, oder wenn man einen Stab aus ganz weichem Eisen in der Richtung des magnetischen Meridians recht schnell um eine lothrecht durch seine Mitte gehende Axe dreht, wobei fortwährend Magnetismus entsteht und vernichtet wird. — Bewegt man einen Magneten am ruhenden, jenen geschlossenen Kreis bildenden Kupferdrahte hin und her, so wird in diesem ein abwechselnd hin- und hergehender elektrischer Strom erzeugt; mit ihm aber entsteht zugleich Wärme, wenn nur der Magnet kräftig und die Bewegung schnell genug ist. — Wärme entsteht ferner auch durch den Stoffwechsel auf chemischem Wege, selbst wenn man auf ein feines Pulver eine Flüssigkeit gießt, die zu ihm keine chemische Verwandtschaft hat; ferner bei Formveränderungen eines Körpers, z. B. von Schwefelkrystallen, bei der Berührung mit Schwefelkohlenstoff, endlich auch bei Verschluckungen (Absorptionen) und Verdichtungen (Kondensationen) von Gasen und bei Aggregatveränderungen, wenn ein Festwerden, z. B. plötzliches Krystallisiren stattfindet. — Schmelzt man z. B. unterschwefligsaures Natrum in seinem eigenen Krystallwasser (bis 45°), erhitzt es bis zum Kochen, verschließt dann den Glaskolben mit einem Korke und läßt die Flüssigkeit allmählig bis zur Temperatur der Umgebung erkalten; so steigt ein vorsichtig hineingehaltenes Thermometer aufeinmal um 18 bis 20 Grade, wenn die plötzliche Krystallisation der ganzen Masse eintritt. — Aber nicht blos die Atombewegung bei den chemischen Verbindungen und Krystallisationen erzeugt Wärme und zwar in jenem Falle oft in einem sehr hohen Grade, besonders auch wenn sie mit Raumverengung verbunden ist, sondern auch bloße Molekularbewegungen. Wird z. B. Süßholz befeuchtet, so bewirkt die Haarröhrchenanziehung eine Wärmeerhöhung von etwa 12° C.

Auch selbst der Schall und seine Fortpflanzung ist nicht ohne Einfluß auf die Wärme, denn wenn bei der Fortpflanzung desselben in der Luft auf die in den Verdichtungswellen entstehende, augenblicklich aber sofort wieder verschwindende Wärme nicht Rücksicht genommen wird, so ist die theoretisch bestimmte Geschwindigkeit des Schalles fast um $^1/_6$

kleiner, als die beobachtete. Ueberdies nehmen selbst tönende Glocken eine etwas höhere Temperatur an.

Endlich ist es für die Auffassung des Wesens unserer Erscheinung noch von hohem Interesse zu bemerken, daß Wärme auch dann erzeugt wird, wenn eine Arbeit den elektrischen Schwingungen entgegen wirkt. Dreht man nämlich eine Metallscheibe zwischen den beiden Polen eines starken Elektromagneten, so werden in ihr entgegengesetzte elektrische Ströme hervorgerufen, welche die Scheibe zur Ruhe bringen wollen; wird aber die Scheibe gewaltsam gedreht, so entwickelt sich in ihr Wärme, ohne daß sie gerieben wird, weil die Molekel durch die beiden Kräfte, denen das Beharrungsvermögen entgegenwirkt, nach entgegengesetzten Richtungen von ihrem Gleichgewichtspunkte aus zu schwingen gezwungen werden. — Bei der von Holtz angegebenen Elektrisirmaschine wird auch die Spannungselektrizität durch Arbeit in dynamische Elektrizität und in Wärme umgewandelt.

d) Wollte man ferner die Elektrizität für einen Stoff halten, so müßte man von ihm annehmen, daß dieser angebliche Stoff mit seinen so bestimmt und charakteristisch hervortretenden Eigenschaften auf außerordentlich verschiedene Weise und durch Mittel, welche keine Spur von Aehnlichkeit verrathen, hervorgebracht werden könne: durch Reiben von Harz und Glas, durch das Ausströmen von Dämpfen, durch das Streicheln des Felles einer lebenden Katze, eines Rehes oder Hundes; durch Drücken und Spalten von Gegenständen, durch Erwärmung von Körpern, durch Berührung oder bloße Annäherung verschiedenartiger Metalle und selbst gleichartiger, wenn sie nur irgend eine Verschiedenheit in Politur, Dichtigkeit, Härte, Form, im Schmelzpunkte, in der spezifischen Wärme oder Wärmekapazität und Temperatur oder in dem Mischungsverhältnisse der Bestandtheile darbieten; wenn ferner selbst die Verschiedenheit der Zeit beim Eintauchen ganz gleichartiger Metalle in eine bestimmte Flüssigkeit; wenn durch Bewegung eines Magneten, ja selbst durch bloße Krümmung unserer Glieder; wenn die Krystallbildung und die chemischen Prozesse fähig sind Elektrizität zu erzeugen: so muß man, selbst ohne eine Ahnung von ihrem eigentlichen Wesen zu haben, den Schluß machen, daß sie etwas Stoffliches nicht ist, sondern nur eine Bewegungserscheinung des Stoffes, zumal sie in vielen Fällen das Ergebniß einer Arbeit ist und durch die Bewegung eines Körpers ein Stoff nicht erzeugt werden kann.

Bei der früheren Untersuchung des Wesens der Elektrizität haben wir einige ihrer Quellen schon geprüft, und ihren Zusammenhang mit

anderen Erscheinungen bereits angegeben; es erübrigt hier aus der sehr großen Anzahl von Thatsachen nur noch einige anzuführen, welche auf die Wechselwirkung der Erscheinungen näher hinweisen.

Wenn von zwei reinen Platinblechen in einer Säure das eine dem Lichte, namentlich dem energisch wirkenden blauen ausgesetzt wird; so zeigt sich bei Benutzung eines Multiplikators dieses Blech positiv elektrisch. Da das Licht die von ihm beleuchtete Hälfte einer Stahlnadel positiv magnetisch macht, so ist dieses ein neuer Beweis für die Richtigkeit der von mir schon längst aufgestellten Behauptung, daß Spannungselektrizität und Magnetismus als Bewegungserscheinungen dasselbe seien und daß der Unterschied nur in den Stoffen der Körper liege, an welchen sie beobachtet werden.

Ferner bewirkt allein schon die Anordnung der Stoffatome in manchen Krystallen, z. B. Borazit, Titanit, Turmalin, daß sie durch bloßes Erwärmen polarelektrisch werden.

Wird schwefelsaures Antimon elektrisirt, so zeigt es Magnetismus, erlangt eine höhere Wärme, bei stärkerer Elektrisirung entwickelt sich auch Licht, es dehnt sich aus (zeigt Bewegung der Molekel) und zersetzt sich endlich (Chemismus).

Eine aus Eisen und Messingdraht zusammengesetzte Saite gibt beim Tönen einen elektrischen Strom, welcher sich erkennen läßt, wenn man nicht grade einen Knotenpunkt mit der Leitung verbindet. Es weiset außer den Anzeichen von Elektrizität an den Knotenlinien der Klangfiguren wohl kaum eine andere Erscheinung so deutlich darauf hin, daß die Elektrizität in Schwingungen bestehen muß.

Eine der merkwürdigsten Quellen für die Elektrizität liegt allerdings in der Atombewegung innerhalb einer voltaischen Kette, denn diese Bewegung setzt im Leitungsdrahte die Molekel in Schwingungen und durch die Summirung dieser Kräfte werden ganze Maschinen zu Bewegungen veranlaßt, welche je nach der Gestalt und der Zeit des Ineinandergreifens der verschiedenen Theile sehr verschiedenartig sein können: drehende, schwingende, grad- oder krummlinig fortschreitende.

Auch die in jeder Flamme auftretende chemische Thätigkeit ist von Elektrizität begleitet, welche sogar in den verschiedenen Theilen einer Flamme eine verschiedene Stärke besitzt.

e) Magnetismus wurde hervorgebracht durch reibende Bewegung, durch elektrische Schwingungen (Elektromagnetismus), durch Wärmeunterschiede (Thermomagnetismus), durch Lichtschwingungen, namentlich des violetten, durch Schallschwingungen, denn Stimmgabeln zeigen nach

längerem Gebrauche einen gewissen Grad von Magnetismus, und mittelbar wird er selbst durch den Chemismus erzeugt.

f) Die chemischen Verbindungen und Zerlegungen von Stoffen werden allerdings sehr häufig ganz unabhängig von äußeren Einflüssen nur durch ihre gegenseitige Verwandtschaft hervorgebracht, welche von der Gestalt und der Spannungslage ihrer Atome abhängt und wobei wenigstens der eine von den beiden Stoffen in einem flüssigen Zustande vorhanden sein muß; nicht selten aber werden die chemischen Thätigkeiten durch andere vonaußen wirkende Kräfte eingeleitet und befördert. Bisweilen reicht schon eine bloße Erschütterung hin, um die chemische Bewegung in den Gang zu bringen. Durch Tonschwingungen kann man nicht blos den Zusammenhang schnell abgekühlter Gläser zerstören, sondern auch sogar chemische Zerlegungen, z. B. beim Stickstoffjodür, bewirken.

Bei der chemischen Verbindung zweier Stoffe gerathen deren Atome aus dem statischen Zustande in einen dynamischen, in jenem Falle befinden die Atome sich gewissermaßen in einer elektrischen Spannungslage, deren bezügliche Größe den Grad der chemischen Verwandtschaft angibt; in diesem Falle geschieht die Entladung, welche nicht selten mit einer Lichtentwickelung verbunden ist, wie bei der gewöhnlichen elektrischen Entladung. Es ist also nach diesem Zusammenhange durchaus nicht befremdlich, daß einerseits die Elektrizität häufig die Vermittlerin zu chemischen Thätigkeiten ist und daß andererseits der Chemismus selbstständig eine mächtige Quelle für die Elektrizität ist. Daher entwickelt sich auch im Verbrennungsprozesse, wobei Gase frei werden, ebenfalls Elektrizität.

Weil die Wärme die Körpermolekel und Atome voneinander entfernt, so macht sie die Körper zur Aufnahme fremder Stoffe geeigneter; daher erhöht sie schon bei Auflösungen den Sättigungsgrad, noch wirksamer aber zeigt sie sich bei der chemischen Atombewegung. Wasser wird durch einen Platindraht von etwa 1307° Wärme und auch Wasserdämpfe in einem glühenden Platinröhrchen in Knallgas (2 Maß Wasserstoff und 1 Maß Sauerstoff) zerlegt, während das Knallgas selbst schon bei 430° wieder zu Wasser wird. — Starke Wärme scheidet bei einem Gemische von Chlor und Wasserdampf den Sauerstoff des letzteren aus und es bildet sich Salzsäure aus dem Chlor und Wasserstoffe. — Wie die Schwingungen des Weltäthers je nach ihrem Kraftmomente in den verschiedenen Farben wirksam sind, zeigt sich in manchen Erscheinungen recht auffallend. Befinden sich in einer weißen Glasröhre Chlorgas und

Wasserstoffgas, so bleiben sie unter dem Einflusse des rothen Lichtes unverbunden; ist aber durch violettes Licht die Verbindung eingeleitet, so ist das gelbe und rothe imstande sie fortzusetzen. Im Finstern bleiben die Gase unverbunden, im Tageslichte geschieht die Vereinigung allmählig, aber im Sonnenlichte plötzlich mit einer Explosion, besonders wenn die Gase auf elektrolytischem Wege, d. h. in dem richtigen Mischungsverhältnisse des Salzsäuregases erzeugt worden sind. — So wird auch Chlorsilber durch die Farben des Spektrums, je nach dem Grade ihrer Schwingungskraft geschwärzt. Da die Schwärzung desselben unter dem Einflusse des Lichtes aus zwei Quellen an den Interferenzstellen unterbleibt, so ist dieses ein sehr deutlicher Beweis davon, daß das Licht nur wegen seiner Schwingungen geeignet ist, chemisch zu wirken und daß die chemischen Erscheinungen wesentlich auch Bewegungserscheinungen elektrischer Atome sind.

Gleichwie das Sonnenlicht die Salzsäure bildet aus Chlorgas und Wasserstoffgas, so das elektrische Licht oder der elektrische Funke das Wasser aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas unter Entwickelung einer bedeutenden Wärme. — Daß das Licht nicht blos chemische Verbindungen, sondern auch Zersetzungen bewirkt, ließe sich aus sehr vielen Beispielen entnehmen; so wird z. B. Goldchlorid in Chlor und metallisches Gold zerlegt, ebenso auch die Silbersalze.

Die Bewegungen des Weltäthers lassen sich in einer wirklich wunderbar schönen Weise sichtbar machen, wenn man konzentrirtes Sonnen- oder elektrisches Licht auf Dämpfe flüchtiger Flüssigkeiten in luftleeren Röhren wirken läßt. Vom Dampfe des salpetersauren Amylum werden flüssige Kügelchen gebildet; der Dampf des Allyljodid dreht sich spiralförmig um die Axe des Lichtstrahles in zarten Wolkenfäden, beim Isopropyljodid bilden sich drehende Kugeln und Zylinder und bisweilen Wolkenformen von merkwürdiger Gestalt, Hydrobrom-Säure läßt Scheiben, Fächer, Schirme und Ringe wahrnehmen; Hydrochlorsäure und Hydriotsäure bilden andere merkwürdige Gestalten und mit anderen Farben, welche wol von der verschiedenen Gestalt und dem Gewichte der Atome abhängen. Hier ist das Feld der Forschungen noch ein sehr weites.

Es ist natürlich, daß zu jeder bestimmten chemischen Veränderung auch eine bestimmte Kraft erforderlich ist und daß, wenn die Veränderung bewirkt worden, diese Kraft vernichtet ist. Die Bestätigung davon zeigt sich recht auffallend darin, daß dem weißen Lichte, wenn es durch einen Körper gegangen ist und ihn dabei verändert hat, diejenigen Strahlen fehlen, welche die Veränderung bewirkt haben und welche man blos

schon durch die betreffenden einfarbigen Strahlen hervorbringen konnte. Wenn das Licht durch ein Blättchen von blaßgrünem Glase oder Glimmer gegangen ist, so schwärzt es Chlorsilber nicht mehr, wohl aber wenn es durch violettes oder blaues Glas oder durch Steinsalz gegangen ist. Die raschesten Aetherschwingungen mit ihren kurzen Wellen sind in jenem Falle gehemmt worden, in diesem aber nicht. Wie einerseits die chemische Wirkung auf die Elektromotoren in dem von ihnen ausgehenden Schließungsdrahte die elektrischen Schwingungen erzeugt, so sind diese andererseits auch fähig, chemische Trennungen und Verbindungen hervorzubringen, wenn man nur den Leitungsdraht unterbricht und an den Unterbrechungsstellen diejenigen Körper einschaltet, auf welche die fortwährenden Ladungs- und Entladungsbewegungen übergetragen werden sollen, um aus ihnen die Stoffe nach ihrer elektrischen Polarität abzusondern. In elektrisch indifferenten zusammengesetzten Stoffen geschieht eine Trennung der Elemente in der Weise, daß sich der negativelektrische Bestandtheil an die positive Elektrode begibt, der positivelektrische Bestandtheil aber zur negativen Elektrode wandert.

Die chemische Arbeit in der galvanischen Kette wird zu einer elektrischen Bewegung, zu einer magnetischen Spannung und zu Wärmeschwingungen im Leitungsdrahte, aber durch Uebertragung wieder zu einer chemischen Arbeit, z. B. zur Trennung des Wassers in seine Elemente, umgewandelt.

Da bei der Zerlegung des Wassers der Sauerstoff an der positiven Elektrode frei wird, wenn er zu ihr selbst keine chemische Verwandtschaft besitzt, der Wasserstoff an der negativen; so ist jener selbst negativ, dieser positiv elektrisch. In diesem Zustande der negativen Spannungslage heißt der Sauerstoff auch Ozon. Hiermit ist die ganze Wirkungsweise des so geheimnißvollen „allotropen" Sauerstoffes vollständig bezeichnet. Weil das Ozon in vieler Beziehung so wichtig ist, so wollen wir ihm auch hier noch einige Aufmerksamkeit schenken.

Bei Gewittern, wobei die Atmosphäre zunächst über uns positiv elektrisch ist, oder in der Nähe einer in Thätigkeit gesetzten Elektrisirmaschine, namentlich wenn am positiven Konduktor Spitzen angebracht sind, nimmt man einen Geruch nach schwefliger Säure wahr. In solcher Luft verschwindet die Indigofarbe, Jodkaliumkleister wird blau gefärbt, wobei sich Jod mit der Stärke verbindet, die farbelose Guajaktinktur wird sofort gefärbt, die Milch wird früher sauer und überhaupt gehen alle Oxydationen, d. h. die Verbindungen der Körper mit Sauerstoff, weit

lebhafter vonstatten; Phosphor z. B. entzündet sich in bloßem Ozon leicht und veranlaßt sogar Explosionen; im trockenen Zustande erregt er es aus Sauerstoff in einer abgesperrten Flasche über Wasser. Wird reiner trockener Sauerstoff elektrisirt, so zeigt er dieselbe vergrößerte Neigung, sich mit positivelektrischen Körpern zu verbinden, wie das Ozon; also ist dieses in der That weiter nichts als Sauerstoff in der negativelektrischen Spannungslage, welche aufzugeben er jede gute Gelegenheit wahrnimmt. Es ist also auch klar, daß Ozon bei seiner Erwärmung wieder Sauerstoff wird, wie ein Magnetstab zu bloßem Stahle.

Das indifferente Wasser ist eine chemische Verbindung von negativelektrischem Sauerstoffe und positivelektrischem Wasserstoffe und es ist klar, daß entstehender oder von einer chemischen Verbindung sich losreißender Sauerstoff ozinirt sein muß. Es ist auch klar, daß das Einathmen ozonisirter atmosphärischer Luft, wie sie besonders die nördlichen Winde mitsichbringen, leicht entzündliche Zustände der Athmungsorgane herbeiführen wird. Ozon macht das negative Blut mehr arteriell und positiver, also den positiven Nerven übereinstimmender, wodurch der das Wohlbefinden des Organismus bedingende elektrische Gegensatz mehr aufgehoben wird.

Wenn bei einem zusammengesetzten Stoffe der elektropositive Antheil einer bereits in der Spannungslage befindlichen negativelektrischen gegenüber steht, so geschieht die elektrische Abgleichung, welche hier eine Zersetzung hervorbringt, leichter als wenn der elektrische Gegensatz durch einen Bestandtheil der Verbindung erst hervorgerufen werden soll, da dieser Bestandtheil in der Verbindung durch eine schon vorhandene Kraft mehr oder weniger festgehalten wird.

Die elektrischen Ströme sind imstande die stärksten chemischen Verbindungen aufzulösen. Dabei werden die im Gleichgewichte gegeneinander befindlichen Atome zusammengesetzter Körper in Bewegung gesetzt und so die Stoffe voneinander getrennt, ja sogar durch andere (selbst den menschlichen Körper), zu welchen sie weniger Verwandtschaft haben, geführt, um sich mit denen zu verbinden, zu welchen sie eine solche Verwandtschaft besitzen und so ihre elektrische Polarität auszugleichen. Die höchst merkwürdige Ueberführung von Stoffen durch andere erscheint dann leicht erklärlich, wenn wir nach unserer Theorie berücksichtigen, daß die Molekel während ihrer elektrischen Schwingungen jenseits oder diesseits der Gleichgewichtslage um ihre Gleichgewichtspunkte freie Räume für den Durchgang fremder Stoffe eröffnen, wenn nur diese fremden Stoffe mit derselben Geschwindigkeit grade entgegengesetzt schwingen und

die Bewegung dabei eine zufolge der Stoßwirkung fortschreitende ist, gleichwie die ineinander greifenden Zähne zweier Räder einander fortschieben; nur daß dort nicht drehende, sondern schwingende Bewegungen vorhanden sind.

Daß es nur der elektrische Sauerstoff ist, welcher durch Verbindungen und Zersetzungen sich thätig zeigt, wollen wir noch durch einige Beispiele zu beweisen suchen.

Wasser und gewöhnlicher (elektrisch indifferenter) Sauerstoff lassen sich nicht zu Wasserstoffsuperoxyd verbinden, wol aber, wenn das Wasser durch den elektrischen Strom zerlegt wird und der sich entwickelnde Sauerstoff ozonisirt ist.

Der freie ozonisirte Sauerstoff wird durch Berührung mit manchen Körpern z. B. den Oxyden der edlen Metalle in den gewöhnlichen verwandelt oder er geht aus der Spannungslage in die natürliche zurück. Daher wird das Aequivalent ozonisirten Sauerstoffes im Wassersuperoxyde durch Berührung mit einfachen Stoffen (Platin, Gold, Silber, Kohle) als gewöhnlicher Sauerstoff ausgeschieden und es bildet sich dabei Wasser.

Da jede elektrische Abgleichung mit einer Wärmeentwickelung verknüpft ist, so geschieht es auch bei der Verwandlung des Ozons in indifferenten Sauerstoff; denn dieses ist ja auch eine solche mit einer Rückschwingung verbundene Abgleichung, welche den Aether zu Querschwingungen erregt.

Weil Wasserstoffsuperoxyd ein Aequivalent Sauerstoff als Ozon enthält, so ist auch die Vergrößerung der Wärme bei ihm hinreichend zu einer mit Explosion verbundenen Zersetzung.

Die große Neigung zu Verbindung zeigt das Ozon auch dadurch, daß es schweflige Säure in Schwefelsäure verwandelt, Silber und Blei sofort zu Superoxyden macht.

Stickoxyd ozonisirt zwei Aequivalente Sauerstoff und oxydirt sich zu Untersalpetersäure, welche selbst wieder als ein kräftiges Oxydationsmittel erscheint. — Merkwürdig ist es, daß unter den Gasen der Sauerstoff am stärksten magnetisch, der Stickstoff am stärksten diamagnetisch erscheint.

Man hat über den Einfluß des Ozons bereits an vielen Stellen der Erdoberfläche ganz interessante Beobachtungen angestellt. Wenn z. B. in Buenos-Ayres und anderen La-Plata-Gegenden der Wind aus Nordwest kommt, so verrostet das Eisen schnell, die Milch wird unmittelbar nach dem Melken sauer, das Fleisch verdirbt in einigen Stunden,

man bekommt Kopfschmerzen, die Nerven werden reizbar (daher Zanksucht, Raufereien in niedrigen Volksklassen nicht selten). Der sonst meist klare Himmel ist dann wie mit einem Schleier überzogen, das Barometer fällt und eine Reaction tritt dann von Südwesten ein mit furchtbarem Gewitter.

Wenn wir endlich nach den Wirkungen fragen, welche der starre Magnetismus ohne lebendige Schwingungen auf die chemischen Thätigkeiten ausübt, so müssen wir uns vorläufig auf die einzige Thatsache beschränken, daß er bei chemisch aufeinander wirkenden Stoffen, denen man einen Magneten nähert, die Richtung der Linie, nach welcher die chemische Kraft wirkt, abzuändern vermag. Auch diese Wahrnehmung ist schon ein Gewinn für unsere Anschauung, denn sie bestätigt die Wirkung auf die Entfernung durch den Weltäther und das Bestreben in der Natur eine Einheit herzustellen. Die von Horn über den Einfluß der magnetischen Polarität auf Wasser und andere Flüssigkeiten nach seinen Versuchen angeführten medizinischen Ergebnisse haben meines Wissens noch keine bestätigenden Untersuchungen hervorgerufen. Die Möglichkeit eines solchen Einflusses darf man nicht ohneweiteres in Abrede stellen.

Da wir in den obigen Betrachtungen gezeigt haben, daß jede von den sechs angeführten Erscheinungen durch jede der fünf anderen hervorgebracht werden kann oder wenigstens in einem gewissen Zusammenhange mit ihnen steht; so liegt eigentlich schon darin, daß sich durch dasselbe Mittel auch verschiedenartige Erscheinungen, welche auf den ersten Blick keine Spur eines Zusammenhanges zu haben scheinen, müssen hervorbringen lassen. Ueberall aber, wo einer gewissen Bewegung ein Hinderniß entgegen tritt, entstehen neue Bewegungszustände, deren Beschaffenheit von der Natur der Hindernisse abhängt.

Durch Reiben z. B. entstehen liebliche Töne, aber auch behagliche Wärme, die bis zu empfindlicher Hitze und leuchtender Gluth gesteigert werden kann, und unter Umständen auch die flüchtige Elektrizität und der starre Magnetismus. — Druck erzeugt am Bergkrystalle Elektrizität, an der Luft und anderen Körpern Wärme und Licht. — Durch das Hämmern werden Eisenstäbe zum Tönen gebracht, man kann aber auch Magnetismus in ihnen hervorrufen und geschieht es anhaltend, so entstehtin ihnen Wärme und Licht. — Aus chemischer Verwandtschaft gehen hervor: Wärme, Licht, Schall, Elektrizität, Magnetismus. — Welches auch die Quelle für die Elektrizität sein mag, stets kommen ihr

physiologische, thermische, optische, akustische, magnetische und chemische Wirkungen zu.

Keine von den angeführten irdischen Kräften kann ausschließlich als Anfangskraft angesehen werden, denn jede von ihnen setzt eine frühere voraus; also haben alle dieselbe Berechtigung und keine von ihnen kann als die erste oder als Urkraft angesehen werden. Sie sind alle nur durch Uebertragungen, als die Wirkungen von einer Urkraft, welche selbst wir nicht erzeugen können, entstanden. Diese eine ewig vorhandene Urkraft zeigt verschiedenartige Erscheinungen oder Wirkungen nur wegen der Verschiedenartigkeit der Stoffe im Weltraume.

Ohne diese allgemeinen Betrachtungen noch weiter zu führen, müssen wir den sicheren Schluß ziehen, daß die oben angeführten sechs Erscheinungen auf einer rein dynamischen Grundlage beruhen. Alle Vorgänge müssen daher auch nach bestimmten, mathematisch darstellbaren Gesetzen mit unfehlbarer Sicherheit erfolgen; denn was so gesetzmäßig geschieht, wie die physikalischen Erscheinungen, ist auch der Ausdruck mathematischer Entwickelung, so daß die Grundsätze der allgemeinen Mechanik auf alle statischen und dynamischen Verhältnisse bei den verschiedenartigsten Fällen anwendbar sein müssen.

Wenn nun die neueste Zeit uns durch den Scharfsinn und die Sorgfalt der Experimentatoren ein unschätzbares Material in erdrückender Fülle angehäuft hat, so daß wir uns mit Besorgniß nach einem leitenden Gedanken umsehen; so treten dem emsigen Forscher doch auch eben dadurch eine Menge von Thatsachen entgegen, welche auf einen gemeinschaftlichen Grund für alle noch so verschiedenartigen und verwickelten Erscheinungen und auf das Streben in der Natur nach Einheit und Harmonie hinweisen.

7. Wechselbeziehungen zwischen Stoff und Kraft.

Wenn wir bereits den Zusammenhang der Erscheinungen des Schalles, des Lichtes, der Elektrizität, des Magnetismus, Chemismus (und selbst der organischen Thätigkeiten) ermittelt; wenn es feststeht, daß sie unter denselben Einflüssen oft nacheinander, ja oft gleichzeitig eintreten; wenn sie sogar ineinander verwandelt werden können, wobei nur die Natur der Stoffe, welche eine Aufnahme oder Uebertragung vermitteln, die äußeren Verschiedenheiten bedingt; wenn endlich von einzelnen Erschei-

mungen zweifellos ermittelt ist, daß sie nur Bewegungszustände sind: so ist es schon durch diesen Zusammenhang höchst wahrscheinlich geworden, daß also auch die anderen nur in gewissen Bewegungszuständen bestehen und als Erscheinungen nichts Materielles sein können. Aber selbst abgesehen von den thatsächlichen Ergebnissen, die entschieden ihren hohen Werth behalten, können wir schon aus rein theoretischen und unbestreitbaren Grundsätzen zu demselben Ergebnisse gelangen.

Wir müssen anerkennen, daß das Erzeugte wesentlich von derselben Natur sein muß mit dem Erzeugenden. Daher können

1) die durch ein und dasselbe Mittel hervorgebrachten Erscheinungen ihrer innersten Natur nach nicht verschieden sein,

2) diejenigen Mittel, durch welche derselbe Zweck erreicht wird, müssen in ihrem Wesen etwas Gemeinsames haben.

Es kann also z. B. die bloße Bewegung eines seine Natur durchaus nicht ändernden Körpers keinen Stoff, sondern an einem zweiten Körper nur einen Zustand erzeugen, welcher sich auf Bewegung und Ruhe bezieht. Ferner:

Stoff kann ebensowenig aus nichts erzeugt als vernichtet werden; er ist das Sein im unendlichen Raume von Ewigkeit her und wird auch ewig bleiben; nur die Form an ihm ist das Vergängliche.

Er ist daher in seiner Gesammtheit weder einer Vermehrung, noch einer Verminderung unterworfen oder: die Summe der Stoffe im Weltraume ist eine unveränderliche.

Schon Anaxagoras (500 bis 428 v. Chr.), dieser tiefe Denker des Alterthums sagt: das Seiende im Raume mehrt sich nicht und vermindert sich nicht, und sprach die Ueberzeugung aus, daß die festen Stoffe nicht schon uranfänglich die jetzt bestehenden Körper, sondern ein Chaos gebildet hätten. Auch Leucipp und Demokrit haben die Beständigkeit der Materie ausgesprochen und Lucretius sagt in seinem Werke de rerum natura: „nil posse creari ex nihilo, neque, quod genitum est, ad nil revocari." Wir sehen, daß die Heiden vor Christus im Denken weiter vorgeschritten waren, als viele Menschenkinder nach Christus, denn diese pflegen noch oft zu sagen: aus Nichts hat Gott die Welt erschaffen. Vernünftiger ist das Sprüchwort: aus Nichts wird Nichts. Weder Stoff noch Kraft können aus Nichts erzeugt, können vernichtet oder auch nur verringert werden.

Kraft, an sich etwas Abstraktes, tritt nicht für sich allein, sondern nur durch den Stoff in die erkennbare Erscheinung. Es gibt in der ganzen sinnlich erkennbaren Natur nicht eine einzige Kraft, welche nicht

an einen Stoff gebunden wäre, oder: Kraft ohne Stoff hat keine Wirklichkeit, und beide geben erst in ihrer Verbindung die Körperwelt selbst und die Erscheinungen an ihr. Die Kraft ist also dem Stoffe eigenthümlich oder eine Eigenschaft des Stoffes, und wir können als grundsätzliche Wahrheit hinstellen: ohne Stoff keine Kraft, ohne Kraft keine Erscheinung, also auch ohne Stoff keine Erscheinung.

Der Stoff an sich ist todt, denn die Erscheinung ist nicht der Stoff, sondern nur ein Zustand des Stoffes.

Es gibt zwar eine Umwandlung der Stoffe, aber keine der Naturkräfte als solcher, sondern nur eine Umwandlung der Zustände an den Körpern durch sie. Diese Umwandlungen der Stoffe sind zufolge ihrer Wechselwirkung oft mit den wunderbarsten Veränderungen ihrer äußeren Eigenschaften (Farbe, Geruch, Temperatur, Dichtigkeit) verbunden. Es geben z. B. 101 Theile Quecksilber (weiß) und 16 Theile Schwefel (gelb) den herrlich rothen Zinnober; oder 14 Theile Wasserstoff und 3 Theile Stickstoff (beide geruchlos) erzeugen das stark riechende Ammoniak; wird zu kaltem Wasser kalte konzentrirte Schwefelsäure gethan, so wird die Verbindung heiß; eine nicht bedeutende Menge kalten Wassers wird in Verbindung mit ungelöschtem Kalke fest und das Ganze auch heiß. Reines Platin wird im Knallgase rothglühend, indem es aus diesem an seiner Oberfläche Wasser bildet. — Wenn Palladium von 100° C. Wärme in Wasserstoffgas gebracht wird, so hat es während des Erkaltens in 1 Stunde 982,14 seines Rauminhaltes Gas in sich aufgenommen und sein Volumen selbst vergrößert, was aber beim Austreiben des Gases durch Hitze unter das ursprüngliche herabsinkt. Der Wasserstoff ist in dieser Verbindung kein Gas mehr, sondern bildet gewissermaßen eine Legirung, die sich in Beziehung auf Magnetismus mit Eisen, Nikel, Kobalt, Chrom und Mangan auf eine Linie stellt. Diese Neigung zu einem polarischen Verhalten zeigt sich recht auffallend darin, daß es sich mit dem Palladium, welches als negative Elektrode angewendet wird, innig verbindet und selbst in einem luftleeren Raume von ihm nicht entweicht. Ueberhaupt spielt der Wasserstoff im Haushalte der Weltkörper eine sehr bedeutende Rolle, denn er gibt ihnen in seiner Verbindung mit Sauerstoff das lebende Wasser und mit Kohlenstoff überhaupt die Bedingungen des organischen Lebens.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß Kraft und aufgenommene Nahrungsstoffe bei organischen Wesen in einer sehr bestimmten Wechselbeziehung stehen. Die grasfressenden Thiere z. B. müssen vielen

Pflanzenstoff aufnehmen und diesen sehr verkleinern (Wiederkäuer), um bestehen zu können. Die Fleischfresser aber ersparen sich eine Verdauungsarbeit, indem sie bereits verwandelte Pflanzenstoffe verzehren und daher können sie auch (Raubthiere) länger fasten. — Der weltbürgerliche Mensch muß seine Nahrungsmittel nach den klimatischen Verhältnissen einrichten, um das nöthige Maß von Gesundheit und Kraft sich zu bewahren. Der Nordländer bedarf mehr Fleisch- und Fettnahrung, um die nöthige Körperwärme zu erlangen als der Südländer, welcher ohne größere Gefahr eher dem Spleen der Vegetarier huldigen kann als ein Bewohner der gemäßigten Zone. Wir in unseren geographischen Breiten müssen, um gesund und kräftig zu sein, den naturgemäßen Mittelweg einschlagen und dürfen uns keinem Extreme hingeben. Die Natur läßt sich, ohne zu strafen, niemals einen Zwang anthun. Weil die Angloamerikaner die alte Lebensweise aus ihrem feuchtkalten Heimathlande in die neue Welt mitgenommen haben, unterliegen sie nach statistisch feststehenden Thatsachen einer Degeneration, während die dortigen Deutschen bei angemessener Verbindung der Thier- und Pflanzennahrung und bei fleißiger Bewegung (Turnen) vortrefflich gedeihen.

Ungeachtet aller Umwandlungen und Veränderungen der Stoffe bleibt ihre Summe in der ganzen Natur dieselbe. Da man bei der Zerlegung der Körper stets auf Stoffe kommt, welche unzerlegbar, unzerstörbar sind; so zeigen auch sie die ewige Dauer des Stoffes an. Weil die Summe aller Stoffe im Weltraume eine bestimmte und unvertilgbare und weil Kraft ohne Stoff undenkbar ist, so ist auch die Summe aller **Kräfte** im Weltraume eine unveränderliche und eine unvertilgbare.

Die Kraft kann sich ebensowenig durch sich selbst erzeugen als der Stoff; sie ist daher wie der Stoff von Ewigkeit her und wird auch in Ewigkeit bleiben; sie ist weder erzeugt worden, noch kann sie vernichtet werden.

Auch von einer lebendigen Kraft, d. h. einer solchen, welche eine Arbeit verrichtet, oder Bewegung von Massen erzeugt, geht nicht das Geringste verloren. In jedem einzelnen Falle findet nur eine Uebertragung der Kraft und unter Umständen dabei auch eine Umwandlung der Bewegungsart statt, welche durch die verschiedene Gestalt theils ganzer Körper (Maschinentheile), theils nur der Stoffatome und Molekel bewirkt wird.

Wenn also eine Kraft an einem Körper, welcher eine Arbeit verrichtet hat, verschwunden ist; so findet sie sich doch ungeschwächt theils

in den Körpern vor, welche die Uebertragung vermittelt haben, theils in denen, auf welche sie übergetragen worden ist. Dieser Grundsatz von der **Erhaltung der lebendigen Kraft in der ganzen Natur** ist ungemein folgenreich nicht nur in allen praktischen Verhältnissen (bei Maschinen), sondern auch wesentlich bei Beurtheilung der Erscheinungen im Weltraume. Weil die Summe aller Kräfte im Weltalle eine unveränderliche ist, kann die Kraft an einem Körper sich nicht durch sich selbst erzeugen und alle Versuche im perpetuum mobile aufzusuchen werden stets vergeblich sein.*)

Jede Kraft im Weltraume erscheint entweder als **lebendige Kraft**, d. h. als wirkliche Bewegung von Massen oder als **Spannkraft**, d. h. als eine Kraft, welche durch Uebertragung mittelst einer anderen Kraft entweder in der Gleichgewichtslage zweier ganzen Körper oder in der Lagerung der Atome und Molekel eines Körpers Veränderungen erzwungen hat, welche dann als leicht verfügbare Rückarbeit ohne Verlust an Kraft auftreten. Es ist dem Wesen nach einerlei, ob ich ein Pendel aus der Ruhelage bis zu einem gewissen Punkte hebe oder einen Stein bis zu einer gewissen Höhe werfe oder einen elastischen Bogen bis zu einem gewissen Punkte anspanne; in allen Fällen haben die Körper zufolge der verrichteten Arbeit eine gewisse Spannkraft erlangt, welche beim Loslassen des Pendels, beim Fallen des Steines, beim Abdrücken des Bogens sich mit derselben Kraft wieder entwickelt, welche vorher war angewendet worden. So ist es mit der Spannkraft, welche zufolge der Atombewegung beim Stoffwechsel der Nahrungsmittel, so auch bei der durch Arbeit erzeugten statischen Elektrizität hervorgebracht wird.

Wenn man bei der Bildung der Weltkörpersysteme aus kosmischen Wolken und Nebelflecken sagen wollte, daß sich die Massentheilchen **selbst** zufolge der sogenannten Gravitation in einem engeren Raume zusammenziehen und dadurch eine höhere Temperatur erlangen; so würde dieses heißen: eine Kraft kann sich selbst erzeugen, was doch durchaus unmöglich ist. Wenn beim pneumatischen Feuerzeuge die Luft bei ihrer Raumverminderung bis zum Glühen heiß wird, so ist diese Wärme der Erfolg einer Arbeit, denn es hat auf den Kolben während des Schlages eine

*) Nicht um ein so thörichtes Experiment zu machen, sondern um die Beständigkeit des Erdmagnetismus zu prüfen, gelang es mir einmal, eine Deklinationsnadel stundenlang zwischen einem lothrecht aufgestellten Magnetstabe und dem Erdmagnetismus schwingen zu sehen. Daß auch hier schon wegen der zunehmenden Reibung ein Stillstand der Nadel eintreten muß, ist klar. Als Kraftquelle ist diese Bewegung aber völlig unbrauchbar.

lebendige Kraft gewirkt, diese ist auf die Luftttheilchen übertragen worden und hat in der bekannten Weise ihren Bewegungszustand verändert. Ich trage also auch kein Bedenken zu behaupten, daß in den Massentheilchen der Weltkörper nicht eine ihnen selbst ursprünglich zugehörige Kraft vorhanden ist, welche sie einander näher bringt und dadurch einen höheren Wärmegrad erzeugt, sondern daß auch hier eine vonaußen kommende Kraft wirksam ist, welche sich nach ihrer Uebertragung offenbart.

Gleichwie also eine gewisse Menge irgend eines irdischen Stoffes (Luft, Wasser) durch eine vonaußen wirkende mechanische Arbeitskraft zu einer höheren Temperatur gebracht werden kann, so auch ein planetarischer Nebel bei seiner Verdichtung durch eine auch vonaußen drückend wirkende Kraft

Bei der großen Verschiedenheit der Körper im Weltraume könnte man wol die Frage aufwerfen, ob nicht einzelne unter ihnen, etwa die Sonne, die Kraft in sich selbst besitzen und in sich selbst erzeugen können, so daß sie allein, als die sichtbaren Träger aller auch auf den übrigen Körpern waltenden Kräfte und der sich uns darbietenden Erscheinungen anzusehen seien. Die Beantwortung grade dieser Frage hat für die Lösung der uns vorliegenden Aufgabe die allerhöchste Wichtigkeit. Schon nach den bisherigen Betrachtungen können wir ohne Bedenken behaupten, daß selbst die in den Sonnen in Beziehung auf die zu ihnen gehörigen Planetensysteme wirksame Kraft auch nur als eine durch Uebertragung entstandene anzusehen ist.

Bei der Uebereinstimmung der Stoffe, der Kräfte und der Gesetze, nach welchen sie wirken, bei der Wahrnehmung von der vollkommen gleichmäßigen Wirkung der Gravitation und der Verbreitung des Lichtes durch den ganzen Weltraum, bei der wunderbar räthselhaften Wirkung auf Entfernungen auch ohne jeden irdischen Zwischenkörper und der Erhaltung der lebendigen Kraft drängt sich uns der Gedanke auf, daß es eine universelle Kraft geben müsse, welcher alle Körper im Weltraume unterworfen sind; eine Kraft, welche ihren Ausgang nicht in den Körpern selbst nimmt, sondern außerhalb der Körperwelt liegt, so daß alle Körper im Weltraume dieser Kraft gleichmäßig unterworfen sind; eine Kraft, welche das Bindemittel für alle Weltkörper ist und die Uebertragungen aller lebendigen Kräfte vermittelt.

Wenn Camille Flammarion in seiner Schrift: Dieu dans la nature, worin er Moleschot, Büchner, C. Vogt u. A. zu bekämpfen sucht, einen überzeugenden Beweis von der Souverainetät der Kraft und der

Passivität des Stoffes gefunden zu haben glaubt und behauptet, daß die Kraft kein Attribut, sondern die bewegende Ursache des Stoffes ist; so sind wir wesentlich zwar zu demselben Ergebnisse gelangt, müssen es aber bedauern; daß er bei seinen weiteren Schlüssen in dem Irrthume befangen ist, daß Körper und Stoff dasselbe seien. An dieser Unklarheit der Begriffe sind, wie mir scheint, alle bisherigen Bemühungen gescheitert, die Urquelle aller Kraft in der ganzen Natur aufzufinden. Es kommt dabei Alles darauf an festzuhalten, daß es einen Stoff gibt, welcher kein Körper ist, in welchem aber die Kraft zur Beherrschung aller Körper liegt. Eine für jetzt noch unübersteigliche Schwierigkeit bietet freilich die Nachweisung des Zusammenhanges zwischen Körper und Seele oder zwischen Körper und Geist dar. Wenn wir auch den einen Ausspruch von Oerstedt: „Kein Geist ohne Körper" anerkennen müssen, so können wir uns doch noch nicht zu der Annahme des anderen Satzes: „Kein Körper ohne Geist" entschließen. Obwohl die Zusammengehörigkeit zwischen Stoff und Kraft der Erkenntniß nahe geführt ist, so doch noch nicht der zwischen Kraft und Geist. Das Vorhandensein dieser Verbindung erscheint aber ebenfalls zweifellos. Wenn wir freilich an so manchen äußerlich frommen Menschen sehen, daß sie durch ein mit gefalteten Händen scheinbar andächtig hergesagtes Tischgebet vor den Folgen von „Fraß und Völlerei" nicht geschützt werden; so erkennen wir, daß bei ihnen der Stoff mit seinem Wechsel die rechte Vergeistigung noch nicht gefunden hat. Vernunft und abermals Vernunft, d. h. hier eine aus eigener geistiger Arbeit hervorgegangene Ueberzeugung davon, daß der Mensch, wenn er nicht geistig Schaden leiden will, sich auch körperlich in eine harmonische Uebereinstimmung mit den Gesetzen der Natur zu bringen habe, ist die einzige Schutzwehr gegen eine gefahrvolle Versündigung gegen sich selbst oder gegen den Zusammenhang unseres Geistes mit dem kraftbegabten Stoffe unseres Körpers während seiner organischen Thätigkeit. Hat die letztere aufgehört, so entflieht auch der erste aus dem verfallenden Gebäude; aber eine kindlich supranaturalistische Vorstellung hat sich einen nebelhaften Zeitpunkt gedacht, in welchem die in alle Welt zerstreuten Atome jenes Gebäudes sich wieder zu einem — dem alten — Ganzen zusammensetzen werden. Das ist nun eben auch ein Stück Glauben, an welchem gedankenlos krampfhaft festgehalten wird, ohne daß die Menschheit irgend einen sittlichen Gewinn davonträgt. Aber wer nicht den Fluch der Ketzerei — eine moderne Art von Scheiterhaufen — auf sich laden will, muß Alles glauben. Aber zum Glück für die Entwickelung der Menschheit

nimmt die Anzahl solcher Ketzer heutzutage ziemlich rasch zu, weil die Thatsachen mehr und mehr auch auf eine Einheit der unorganischen und der organischen Natur hinweisen. Tritt organischer Tod und Fäulniß ein, so zersetzen sich die organisirten Stoffe in einfachere organische, diese in mineralische oder unorganische und dann kann sofort ein neuer Kreislauf mit den einfachsten Anfängen organischer Wesen sich bilden, ohne daß eine Ruhe als absoluter Tod einträte oder ein wesentlicher Unterschied zwischen todter und belebter Natur vorhanden wäre.

8. Die Zeichen der Einheit im Weltraume.

a) Wirkungsweise der Kräfte.

Wenn wir vorläufig noch eine Mehrheit von Kräften gelten lassen, so berücksichtigen wir augenblicklich blos die verschiedenen Erscheinungsformen, unter welchen die Kräfte bei den Stoffen auftreten. Wir können ihrer Wirkungsweise nach dieser Beziehung eine dreifache Richtung geben: die Kräfte

a) bei der Gestaltung der Stoffe,

b) bei den Schwingungserscheinungen und

c) bei dem Streben nach Erreichung und Bewahrung eines Stoffganzen.

a) In der ersten Beziehung zeigen sich die Aeußerungen von Kräften

1. im Chemismus. Legt man z. B. eine mit Spiritus gefüllte, und gut zugebundene thierische Blase in Wasser, so dringt dieses so heftig durch diese Häute, daß die Blase bedeutend anschwillt, angespannt wird und ein Strahl von Flüssigkeit emporspringt, wenn man mit einer Nadel eine Oeffnung sticht. Verbindet man Knallgas durch einen Funken zu Wasser oder ein Gemisch von Wasserstoffgas und Chlorgas zu Salzsäure, so geschieht dieses unter einer heftigen Detonation. Eine der nutzbarsten und folgenreichsten Kraftquellen liegt aber in der chemischen Zersetzung innerhalb der galvanischen Kette. Außerdem ist noch der bei dem Verbrennungsprozesse in der Flamme thätige Chemismus als Kraft außerordentlich leistungsfähig; wie wir es ja aus den Wirkungen des Dampfes wissen.

2. Wenn schon bei verschiedenartigen Stoffen die Neigung zur

Verbindung häufig mit großer Kraft hervortritt, so ist dieses bei gleichartigen Stoffen nicht minder dann der Fall, wenn sie eine bestimmte Körpergestalt annehmen wollen. Wenn die Atome eines Urstoffes oder auch die Molekel eines zusammengesetzten Stoffes für sich flüssig sind oder sich in einem anderen flüssigen Körper befinden und sie gehen in einen festen Zustand über, so ordnen sie sich nach ganz bestimmten Gesetzen zu ganz bestimmten Formen und zwar mit der Entwickelung einer großen Gesammtkraft, obwohl die einzelnen Theilkräfte nur außerordentlich klein sein können, indem hierbei die Krystalle einen größeren Raum einnehmen als die Flüssigkeit, welche umgewandelt worden ist. So bildet z. B. der Kohlenstoff den Diamanten, im Wasser aufgelöstes Kochsalz krystallisirt zu Würfeln, Kalkspat zu Rhomboëdern; die Wassermolekel ordnen sich unter Winkel von 30°, 60°, 120°, wenn sie Eis bilden, und dabei werden Felsen und starke Metalle zersprengt. Der Augit ist in den aus dem Weltraume zu uns gelangenden Meteorsteinen nicht in anderer Weise krystallisirt, als in den aus dem Erdinneren zu uns gelangenden Laven.

Auch die Stoffe organischer Körper nehmen ebenfalls mit einer gewissen Kraft eine bestimmte Lagerung an, wie u. a. die Querschnitte der Pflanzen oft in wunderbar mannigfaltiger Anordnung zeigen, und widerstreben auch jeder fremden Einwirkung, welche dieselbe ändern will. Die Wurzeln der Pflanzen drängen sich als feine Fäden in Felsenspalten und sprengen endlich bei stärkerem Wachsthum das Gestein. Spanisches Rohr, Elphenbein und andere organische Gebilde zeigen in den Erscheinungen der Elastizität, daß sie ihre naturgesetzlich einmal angenommene Lage auch festhalten wollen. Bei Krystallen, Planzenquerschnitten, bei Bienenzellen, selbst bei den kleinsten prismatischen Theilen unserer Muskeln, überall in der ganzen Natur zeigt sich die Neigung zu bestimmten Gestaltungen.

3. Molekularkräfte. Wie auch die Atomgruppen oder Molekel ihre Kraft äußern, zeigt sich in verschiedenen Fällen. Das Bestreben, die naturgesetzlich einmal angenommene Lagerung der Molekel immer wieder zurückerlangen zu wollen, zeigt sich auch bei unorganischen Körpern, in welchen die Wärme eine Störung bewirkt hat. Durch erkaltende Eisenstangen mit Ankern an ihren Enden lassen sich die stärksten Mauern, welche aus ihrer Richtung gewichen sind, wieder zusammenziehen. Wäre die Wärme ein unwägsamer Stoff, wie man früher annahm, so würde diese große Kraftäußerung sogar erst bei der Abnahme dieses angeblichen Stoffes eintreten, was gradezu abgeschmackt ist.

Wenn trockenes Holz beim Eintauchen in's Wasser feucht, das Wasser also vom Holze angezogen und in das Innere seiner feinen Kanäle eingesaugt wird, so pflegt man die dabei waltende Kraft nicht sehr zu beachten; wenn man aber hört, daß die 24 herrlichen Granitsäulen in der Isaakkirche zu Petersburg aus den Felsen am Ladogasee durch vorher am Feuer scharf getrocknete und dann mit Wasser angefeuchtete Holzkeile gesprengt worden sind; so muß man allerdings erstaunen über die Größe der Gesammtkraft so unscheinbar wirkender Molekularkräfte während der Haarröhrchenanziehung. — Die Flächenanziehung, welche auch die Haarröhrchen-Erscheinungen bewirkt, ist sogar fähig chemische Verbindungen zu erzeugen und chemische Verwandtschaften aufzulösen. Platina z. B. verbindet Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser; aus metallischen Lösungen kann man durch eine Glastafel das Metall in dünnen Häutchen ausscheiden. Hierher gehört auch das Filtriren: das Salz läßt sich durch eine etwa 30 Fuß hohe Schicht von kiesligem Sande ausscheiden; organische Stoffe bleiben zurück, wenn das Wasser durch Erdboden geht; Holz- oder Knochenkohle wirken in ähnlicher Weise.

Auch im thierischen Organismus zeigt sich eine ähnliche Summirung der in den kleinen Muskel- und Nervenströmen liegenden Kräfte. Haben diese Ströme überall dieselbe naturgemäße Richtung, so unterstützen sie einander und der Körper ist im Besitze der Summe aller Theilkräfte; sowie aber die Theilströme sich sondern, unthätig sind oder vielleicht gar eine entgegengesetzte Richtung annehmen; so ist er schwach, kraftlos, krank. — Die chemische Thätigkeit beim Athmen und während der Verdauung steht in einem graden Verhältnisse zu der erzeugten Kraft und zu der dann durch sie vollzogenen Arbeit. Es gibt also kaum eine vernunftwidrigere Steuer, als die Schlacht- und Mahlsteuer, weil sie, abgesehen von anderen Nachtheilen, gradezu gegen die Arbeitskraft des Volkes gerichtet ist und so zur Verarmung desselben beiträgt. — Die englische Erfindung der Fenstersteuer ist nicht weniger verwerflich, weil die durch die Besonnung und das Licht überhaupt im thierischen Körper entwickelte Kraft von der größten Bedeutung ist. Aus diesem Grunde sind Kellerwohnungen, besonders nach Norden gelegene, eigentlich nur für Erdmolche ein passender Aufenthaltsort. Eine Minute Sonnenstrahlung erzeugt ja auf einen Quadratdezimeter 0,4 Wärmeeinheiten, was einen entsprechenden Zuwachs von Spannkraft in den Muskeln gibt.

4. Wenn Flüssigkeiten sich vollkommen selbst überlassen sind und durch andere Kräfte nicht gestört werden, so nehmen sie die Kugel-

gestalt an, wie z. B. kleine Quecksilbertropfen auf einem trockenen oder Wassertropfen auf einem feinbestaubten Tische. Wenn solche Kügelchen wie Gummibälle nach dem Herabfallen in die Höhe springen, so ist dieses nicht eine Folge ihrer Elastizität und des Bestrebens sich durch eigne Kraft, wie man gewöhnlich meint, die Kugelgestalt zu bewahren, nachdem sie platt gedrückt worden sind. Dieses Bestreben, die Kugelgestalt anzunehmen, zeigt sich nämlich auch, was von der höchsten Wichtigkeit für unsere Theorie ist, durch den ganzen Weltraum. Die lose nebeneinander befindlichen Kometenstofftheile runden sich zu einem Ganzen um so besser ab, je entfernter sie sich von anderen störenden Weltkörpern befinden. Wenn jetzt ein Weltkörper sich dauernd kugelförmig zeigt, so ist der Schluß ein vollkommen sicherer, daß er früher in einem flüssigen oder leicht nachgibigen Zustande vorhanden gewesen ist oder sich noch in einem solchen befindet.

b) Die Wirkungsweise der Kräfte bei den Schwingungserscheinungen beschränkt sich eigentlich auf das allseitige Bestreben überall so weit nur ihr Wirkungskreis reicht, das Gleichgewicht herzustellen, es mag nun in der Ruhe oder in der Bewegung bestehen, es mag eine unmittelbare Berührung der Körper stattfinden oder eine Uebertragung durch fremdartige eintreten. Diesem Streben nach Einheit liegt auch, wie wir sehen werden, eine einheitliche Kraft zugrunde.

c) Endlich zeigt sich das Streben nach Erlangung und Erhaltung der stoffigen Einheit zunächst

1. in einem großartigen Maßstabe durch den ganzen Weltraum bei der Erscheinung der sogenannten Gravitation. Es ist dieses das, wie man meint, den Körpern selbst innewohnende Bestreben, einander im graden Verhältnisse der durch ihr Gewicht bestimmten Massen und im umgekehrten der Quadratzahlen ihrer Entfernungen anzuziehen. Diese angebliche Anziehung der Körper, deren Gesetzmäßigkeit durch den ganzen Weltraum mit einer wunderbaren Schärfe schon seit dem großen Newton feststeht und durch alle späteren Entdeckungen und Forschungen auf's glänzendste bestätigt worden ist, erstreckt sich sowohl auf ruhende, als auch auf bewegte Körper. Zwei in einiger Entfernung voneinander auf Wasser schwimmende Korkstückchen kommen nach und nach einander näher, bis sie einander berühren; ein ruhendes Loth steht in der Nähe einer großen Masse nicht mehr senkrecht auf dem Horizonte, sondern hat sich der Masse genähert.

2. Das Bestreben zweier Körper, ein Ganzes bilden zu wollen zeigt sich ferner in der Adhäsion oder in der Neigung der Stofftheile verschiedener, auch verschiedenartiger einander nur berührender Körper

einander auch festhalten zu wollen und zwar um so mehr, in je mehr Punkten das Zusammentreffen stattfindet.

3. Noch einen Schritt weiter geht das Bestreben der Stoffe, ein Ganzes bilden zu wollen, in der Erscheinung der Kohäsion, denn die Stofftheile widersetzen sich jeder Trennung mit einer geringeren oder größeren Kraft jenachdem die Atome oder Molekel zufolge ihrer Gestalt und Lagerung ineinander eingreifen. Die Kugelform erleichtert ihre Trennung (Flüssigkeiten).

Die mit den Stoffen auftretenden Kräfte sind dieselben bei unorganischen, wie bei den organischen Körpern, sie zeigen sich nur je nach den Stoffen und ihren Atomen in den Erscheinungen verschieden: ein Stück trockenes Holz nimmt Wasser in sich auf, ohne es chemisch zu verwandeln, aber die Pflanze und das Thier zersetzen es; bei der Bildung der Krystalle gelangen die Atome zu einem stabilen Gleichgewichte, aber in den lebenden organischen Wesen sind die Stoffatome in einem dynamischen.

b) Maßeinheiten für die Kräfte.

Wir hatten es in den bisherigen Betrachtungen theils mit Umwandlungen von Stoffen, theils mit Umwandlungen von Bewegungsarten zu thun. In dem letzten Falle geschieht die Umwandlung entweder durch unmittelbare Uebertragung bei der Berührung oder vermittelst eines Zwischenkörpers oder Stoffes auf die Entfernung. Hierbei wird fortschreitende in Molekularbewegung oder diese in jene verwandelt; ist die eine entstanden, so ist die andere verschwunden.

In der ganzen Natur ist in dieser Beziehung eine Verschiedenheit nicht vorhanden. Gleichwie z. B. bei einer galvanischen Kette die elektromotorische Kraft abhängig ist von den dabei angewendeten und chemisch aufeinander wirkenden Stoffen, ebenso ist bei einem thierischen Körper die Muskelkraft wesentlich von den genossenen Nahrungsmitteln bedingt. In beiden Fällen ist eine Atombewegung der Ausgangspunkt der Kräfte, welche durch Uebertragung zu einer Massenbewegung wird. Wie dort so muß auch hier eine Zurückführung auf eine Maßeinheit möglich sein, nur daß die Verhältnisse in dem letzten Falle ziemlich verwickelt sind.

Die Wärme spielt in allen Fällen, sowohl in den irdischen, als auch in den überirdischen Erscheinungen die Hauptrolle: theils dadurch, daß die verschiedenen Körper die ankommenden Wärmeschwingungen nicht

gleich gut aufnehmen, theils dadurch, daß sie die aufgenommenen nicht gleich gut in sich fortpflanzen, theils dadurch daß sie durch die äußere Wärmequelle nicht zu gleichen Temperaturen gebracht werden, theils daß sie nach den Aggregat- und Kohäsionszuständen verschiedene Schwingungsweiten und Schwingungszahlen zeigen; ergeben sich, wenn Wärmeschwingungen von zwei Körpern zusammentreffen oder auf einen dritten Körper übergehen, mit Rücksicht auf die Natur der Körper, die verschiedenen Erscheinungen der Spannungselektrizität, des Magnetismus, des sogenannten elektrischen Stromes, des Schalles und selbst des Lichtes.

Da die Wärme auch als das Ergebniß einer Arbeit erscheint und alle ineinander eingreifenden Molekularbewegungen rein mechanische Vorgänge sind; so müssen die Grundsätze der Dynamik auf alle diese Erscheinungen anwendbar sein und der Abhängigkeit einer jeden von einer anderen einen sicheren quantitativen Ausdruck verleihen. Nicht genug also, daß sich bei jeder von diesen Erscheinungen eine Maßeinheit für die dabei zur Geltung kommende Kraft ergibt, sondern es muß sich auch für alle eine gemeinschaftliche Maßeinheit auffinden lassen. So viel z. B. steht fest, daß in jedem bestimmten elektrischen Strome eine bestimmte Bewegungsgröße enthalten ist, und wird er nach chemischen, thermischen oder magnetischen Maßen gemessen, so stehen diese Maße selbst in einem durchaus ganz bestimmten Verhältnisse zueinander. Wir können hier aber zur Erläuterung nur einzelne Beispiele anführen.

Wenn man Platin und amalgamirtes chemischreines Zink in verdünnte Schwefelsäure mit dem spezifischen Gewichte 1,068 bringt und in einer gewissen Zeit am Zinkpole 1 Gran Wasserstoff erhält, welcher mit 8 Gran Sauerstoff sich zu 9 Gran Wasser verbindet; so haben sich grade 32,3 Gran Zink oxydirt. — Da die Gewichte der chemischen Aequivalente von Wasserstoff und Zink zueinander sich verhalten wie 12, 48: 403,23 = 1: 32,3; so wird in der That für jedes Aequivalent Wasserstoff auch 1 Aequivalent Zink aufgelöst. Daraus folgt also, daß

1. die Zersetzungsprodukte, welche ein bestimmter elektrischer Strom aus verschiedenen Körpern scheidet, zueinander genau in demselben Verhältnisse stehen, in welchem sie sich chemisch verbinden, und daß,

2. die Größe der Zersetzung ein Maß für die Stärke des elektrischen Stromes ist.

Man bezeichnet diejenige Stromstärke als elektrolytische Maßeinheit mit 1, bei welcher in der Zeiteinheit (1 Sekunde) 1 Maßeinheit (1 Millegramm) Wasser zersetzt wird.

Die nach elektrolytischen Maßeinheiten bestimmbare Elektrizität, welche durch den von ihr erwärmten Leitungsdraht 1 Pfund Wasser von 0° auf 1° C. erwärmt, ist auch fähig einen Elektromagneten zu erzeugen, welcher in 1 Sekunde 1367 Pfunde (nach Anderm 1350) auf 1 Fuß hebt. Weil die Pfunde in verschiedenen Ländern so sehr verschieden sind, nimmt man jetzt als Gewichtseinheit das Kilogramm und als Raumeinheit den Meter und nennt die Kraft, welche fähig ist in 1 Sekunde 1 Kilogramm 1 Meter hoch zu heben, Meterkilogramm (oder ein Kilogramm-Meter). In dieser Krafteinheit liegt übrigens dieselbe Kraft, als mit welcher 9,88 Kilogramm auf eine Wagschale drücken.

Durch einen bestimmten Aufwand von Arbeit wird auch stets ein bestimmter Wärmegrad erzeugt; wie wenn z. B. durch ein sinkendes Gewicht ein Schaufelrad das in einem Zylinder befindliche Wasser in Drehung versetzt und es dadurch erwärmt.

Die Wärme, welche fähig ist 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1° C. zu erwärmen, dient als Wärmeeinheit (Calorie) und sie entspricht irgend einer anderen Kraft, welche fähig ist 425 (nach Joule 424) Kilogramme 1 Meter hoch in 1 Sekunde zu heben, d. h. eine Calorie ist gleich 425 Meterkilogrammen. Wir haben somit das mechanische Aequivalent der Wärme gefunden.

Es ist nun auch klar, daß umgekehrt für je 425 Meterkilogramme verfügbar gemachter mechanischer Spannkraft, z. B. durch erhaltene Bewegung einer Masse (Kolben im Dampfzylinder, Hebung einer Last) 1 Wärmeeinheit verschwindet. Es ist früher von der beim Schmelzen und Sieden sogenannten gebundenen Wärme die Rede gewesen. Wir können jetzt sagen, daß die scheinbar verschwundene Wärme in Spannkraft verwandelt worden ist, wobei 1 Kilogramm Eis von 0° Temperatur zum Schmelzen 79,4 und das daraus erhaltene Wasser von 0° bis zum Sieden 537,2 Wärmeeinheiten verbraucht.

Die Elektrizität, welche imstande war 1 Pfund Wasser um 1° zu erwärmen, wird bei der Zerlegung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff grade so viel Wasserstoff liefern, daß beim Verbrennen oder bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoffe so große Wärme entwickelt wird, um dadurch auch 1 Pfund Wasser um 1° zu erwärmen.

Wenn wir die bei einer chemischen Verbindung zweier Stoffe von bestimmtem Gewichte entwickelte Wärme kennen, so haben wir ein Maß für die chemische Verwandtschaft (Spannkraft) dieser Stoffe. — Die Verbindung von 1 Atom Kohlenstoff mit 2 Atomen Sauerstoff gibt

stets einen ganz bestimmten Wärmegrad, gleichgiltig, ob sie langsam (wie bei der Bildung zu Kohlenoxyd, Kohlensäure) oder plötzlich (wie beim Verbrennen) geschieht. 1 Kilogramm Wasserstoff erzeugt beim Verbrennen 34000, 1 Kilogramm Holzkohle über 8000 Wärmeeinheiten und diese entsprechen 3434000 Meterkilogrammen.

Im vollständigen Verbrennen liefert jedes Pfund Kohlenstoff 8080 Wärmeeinheiten und wenn 1 Wärmeeinheit gleich 1367 Fußpfunden ist, so gibt dieses 8080. 1367 = 11045360 Arbeitseinheiten, wofern alle Wärme zur Erzeugung von Dampf verwendet und dieser vollständig in Arbeit umgesetzt wird. Der wirkliche Erfolg beträgt aber wegen der nur unvollständigen Umwandlung der Kohle in Kohlensäure, wegen der mit etwa 200° Wärme stattfindenden Entweichung der Verbrennungsgase, wegen des großen Wärmeverlustes durch die Maschine und durch die Reibungswiderstände bei derselben etwa nur 14 bis 16 Prozent. Der Verlust beim Uebergange des Wassers in Dampf beträgt allein 537,2 Wärmeeinheiten.

Nur wenn die Wärme als solche vernichtet wird, vermag sie eine Arbeit zu verrichten, denn es muß zu diesem Zwecke eine Uebertragung der lebendigen Kraft stattfinden. Bei den Dampfmaschinen wird das mechanische Arbeitsäquivalent für 1° Wärmeverlust bei gewöhnlichem Drucke einer Kraft gleichgesetzt, welche 1666 Gramme 1 Meter hoch in 1 Sekunde hebt.

Daß Arbeitsleistung und Wärme unter allen Umständen in einem genauen Wechselverhältnisse stehen, läßt sich auf verschiedene Weise zeigen.

Fällt z. B. ein 10pfündiger Hammer 13500 mal 1 Fuß hoch auf einen Eisenkörper, so erzeugt er so viel Wärme, daß dadurch 1 Pfund Wasser von 0° auf 100° C. erwärmt werden könnte, oder: 1367 Pfunde Wasser, welche 1 Fuß herabfallen, können 1 Pfund Wasser von 0° auf 1° erwärmen und die zu dieser Temperaturerhöhung verbrauchte Wärme ist imstande 1367 Pfunde Wasser auf 1 Fuß hoch zu heben oder auch eine mit 1367 Pfunden beschwerte Eisenstange zu strecken, gleich als wenn sie durch eine solche Wärme erwärmt würde, welche fähig ist, 1 Pfund Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen.

Als Arbeitskraft ist die Wärme dann nutzlos, wenn sie strahlend wirkt, weil ihr Träger, der kosmische Aether, den Gesetzen der Schwere nicht unterworfen ist und seine fortschreitenden Schwingungen sich jeder Benutzung als bewegende Kraft entziehen. Aber etwas ganz Anderes ist es, wenn die Aetherschwingungen auf andere Stoffe treffen und sie in Wärmeschwingungen versetzen. Man kann dann die lebendige Kraft der Sonne ermitteln, indem man sie das Wasser in einem mit Ruß vollkommen geschwärzten Behälter erwärmen läßt.

Auf diese Weise findet man ihre Wirkung auf 1 Quadratfuß in 1 Sekunde gleich 0,67 Wärmeeinheiten oder 83 Fußpfunden. Hierbei ist von der Sonne aus streng genommen eine Strahlenpyramide wirksam, deren Spitze im Sonnenmittelpunkte liegt, so daß von der Sonnenoberfläche etwa nur der 85ste Theil eines Quadratzolles wirkt und der ganze Quadratfuß während 1 Sekunde eine Strahlungskraft von etwa 7000 Fußpfunden besitzt. — Bei der bekannten Oberfläche der Sonne läßt sich nun ihre ganze lebendige Kraft und auch die Menge des reinen Kohlenstoffes berechnen, bei dessen Verbrennung dieselbe Kraft erzeugt würde.

Mouchot und später auch Ericson hat eine Sonnenmaschine angegeben, um die lebendige Kraft der Sonne in mechanische Arbeit umzuwandeln. Die wärmenden Sonnenstrahlen werden durch einen zylindrischen fein polirten silbernen Reflektor auf einen mit Kienruß geschwärzten und von Glas umgebenen Kupferkessel geleitet. Das darin enthaltene Wasser (6 Litres) wird dadurch in Dampf bis zu 5 Atmosphärendruck verwandelt. Dieses geschieht deshalb, weil die von der Sonne kommenden leuchtenden Wärmestrahlen durch das Glas gehen und vom Kienruß begierig aufgenommen, sodann aber die von diesem ausgehenden blos dunklen Wärmestrahlen durch das Glas nicht wieder zurückgelassen werden. 100 Quadratmeter Fläche nehmen auf diese Weise in 1 Minute 1500 Wärmeeinheiten auf, die in Arbeit von 142 Pferdekraft verwandelt werden könnte. Rechnet man aber wie gewöhnlich nur 16 Prozent Nutzerfolg, so geben die 240 Wärmeeinheiten nur 22⅔ Pferdekraft und 1 Quadratmeter von dem 100 gibt 2,4 Wärmeeinheiten oder 0,227 Pferdekraft, also sind zu 1 Pferdekraft 10,8 Wärmeeinheiten oder 4,5 Quadratmeter erwärmte Fläche erforderlich.

Die durch den Stoffwechsel der von uns aufgenommenen Nahrungsmittel entwickelte Wärme ist auch höchst bedeutend. In dem Körper eines gesunden Menschen von 120 Pfunden Gewicht verbrennt mittelst des eingeathmeten Sauerstoffes täglich ½ Pfund Kohlenstoff zu Kohlensäure, welche nach dem Ausathmen von den Pflanzen aufgenommen und zersetzt wird, indem sie den Kohlenstoff zurückbehalten, den Sauerstoff aber ausscheiden. Durch diesen Umwandlungsprozeß werden gegen 2400000 Wärmeeinheiten entwickelt. Abgesehen davon erregt die Sonne durch Insolation oder Besonnung in unserem Körper eine große Summe von lebendiger Kraft.*)

*) S. mein Handbuch der Physik Bd. 2 S. 91.

c) Uebereinstimmung der Stoffe im Weltraume.

Von den Meteorsteinen war es längst bekannt, daß die meisten derselben nicht nur aus denselben Stoffen bestehen, sondern auch, daß diese Stoffe auf der Erde ebenfalls vorkommen. Durch die Spektralanalyse ist es bewiesen, daß in der Sonnenatmosphäre eine Menge von Stoffen verbrennen, welche wir auf der Erde längst kennen; aber auch die übrigen Weltkörper haben sich diesen Forschungen erschlossen und zeigen uns in überraschender Weise eine Uebereinstimmung der Stoffe im ganzen Weltraume. Der Syrius z. B. besteht vorzugsweise aus Natrium, Eisen, Magnesia, Wasserstoff; im Aldebaran finden sich Quecksilber, Antimon, Tellur; bei einem in der Nacht des 12. Mai 1866 plötzlich auffunkelnden Sterne neunter Größe verbrannten Gase, namentlich Wasserstoff, welches auch in der Sonnenatmosphäre stark vertreten ist.

Auch die Stoffe, welche den Lebenprozeß bedingen, sind nicht verschieden von denen, welche in der leblosen Natur vorkommen. Der organische Lebensprozeß kann Stoffe erzeugen, die der unorganischen Natur angehören; aber wir sind auch imstande, aus unbestreitbar unorganischem Materiale Stoffe hervorzubringen, die in der organischen Natur vorkommen, wie den Harnstoff, die Ameisensäure, Kleesäure.

Es ist früher schon angedeutet worden, daß der Gedanke an eine Einheit auch der Stoffe im Weltraume nicht allzufern liegt, daß die Anzahl der jetzigen Elementarstoffe durch den Fortschritt der Wissenschaft sich werde vermindern lassen und daß die Stoffverschiedenheiten überhaupt mehr auf der Gestalt und Anordnung der Atome, als auf der Mannigfaltigkeit des Wesens der Materie beruhen.

d) Das Bestreben nach Einheit in den Erscheinungen.

Wir können als allgemeines Gesetz aufstellen: Bewegung eines Körpers will an einem zweiten Körper eine übereinstimmende Bewegung, Ruhe aber will an ihm auch Ruhe erzeugen. Dieses Streben nach Harmonie ist aber nicht blos an ganzen Körpern zu erkennen, sondern geht zurück bis auf die Molekel der Atome. Von allen diesen Fällen liegen die Thatsachen vor. Zur Vermittelung der Uebereinstimmung dienen theils irdische Stoffe theils der Weltäther.

Befindet sich ein leichtes Pendel in Ruhe und wird eine benachbarte, aber davon durch eine Wand getrennte große Masse in schwingende Bewegung gesetzt; so geräth jenes auch in Schwingungen. — Schwingt ein Pendel in der Nähe einer von ihm abgeschiedenen großen und ruhenden Masse; so kommt es eher zur Ruhe, als wenn diese Masse nicht vorhanden ist. Entdeckung von Hohlräumen in der festen Erdkruste.

Wenn zwei Chronometer in ihrem Gange sich nicht bedeutend voneinander unterscheiden, so tritt eine größere oder auch vollkommene Uebereinstimmung ein, wenn man sie beide auf derselben Metallplatte anbringt.

Hängt eine Taschenuhr mit ihrem glatten Bügel frei an einem ebenfalls glatten dünnen Stifte (Stecknadel), so geräth sie bald in Schwingungen, deren Dauer mit denen der excentrisch angebrachten Unruhe übereinstimmt. Die ganze Uhr wird also durch die einseitigen Stöße der kleinen Unruhe in derselben Weise nach und nach mitzuschwingen gezwungen.

Eine freischwingende Magnetnadel macht in einer gewissen Zeit eine bestimmte Anzahl von Schwingungen, ehe sie zur Ruhe kommt; läßt man sie aber in der Nähe eines, wenn auch durch eine Glasplatte u. a. getrennten Eisenstückes schwingen, so steht sie eher still. — Wäre die Nadel in Ruhe, so würde sie durch das in Schwingungen versetzte Eisen ebenfalls zu Schwingungen angeregt.

Dasselbe Verhalten zeigen auch elektrische Körper, ohne daß es eines irdischen Bandes zur Vermittelung bedarf.

Wie ein bewegter Körper, ohne daß er magnetisch oder elektrisch ist, einen anderen von ihm getrennten auch in Bewegung zu bringen sucht; ebenso erzeugt ein bewegter Magnet in einem benachbarten ruhenden Körper (Kupferdraht) die gleichartige Bewegung als Elektrizität.

Wenn zwei Magnetpole mit ungleichnamigen Magnetismen einander anziehen, so geschieht dieses, weil die in diesem Falle einander gegenüberstehenden Molekel beider Magnete in der festen Ruhelage einerlei Richtung haben und so leicht ein Körperganzes bilden können und dem äußeren Anscheine nach auch bilden wollen, wobei sie aber, wie sich später ergeben wird, nicht selbst thätig sind. (Siehe S. 411.)

Wenn dagegen zwei gleichnamige Magnetpole einander gegenüberstehen, oder wenn diese Magnetpole gegeneinander gekehrt sind, so zeigen sie das Bestreben der Abstoßung, weil die Molekel beider entgegengesetzte Schwingungslagen haben, worin nicht das Bestreben der Einigung, sondern das der Absonderung liegt. Bei der statischen Elektrizität ist es ebenso.

Weil aber bei der dynamischen oder in Bewegung begriffenen Elektrizität zu diesen den Begriff entgegengesetzter und übereinstimmender Spannungselektrizitäten bildenden verschiedenen Ruhelagen nur noch eine schwingende Bewegung um diese Ruhe- oder Spannungslage hinzutritt, so dürfen wir nur das Obige festhalten, daß sich nämlich auch in den Bewegungen eine Harmonie oder Einheit herstellen will, um das physikalische Gesetz als richtig anzuerkennen, daß bei gleichgerichteten Bewegungen (elektrischen Strömen) das Bestreben der Anziehung, bei entgegengesetzt gerichteten das der Abstoßung stattfindet.

Falls elektrische Ströme von verschiedener Stärke eine verschiedene Richtung haben, so schwächen sie einander so lange, bis eine Uebereinstimmung im Sinne des stärkeren Stromes eingetreten ist. — Auch bei einer Verschiedenheit der Wärmeschwingungen zweier Körper tritt eine Ausgleichung bis zur Herstellung des Gleichgewichtes ein.

Wenn bei einer Anzahl von Weltkörpern einerlei Bewegungsrichtung vorhanden ist, so muß sich in ihnen das Bestreben zeigen, beieinander zu bleiben, zueinander zu gelangen und ein Ganzes bilden zu wollen, wie bei den Molekeln zweier Magnete, deren ungleichnamige Pole einander gegenüberstehen.

Wir sehen also, daß Ruhe wieder Ruhe und Bewegung auch Bewegung will ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit der Körperstoffe, sowohl bei der Einwirkung eines Körpers auf einen zweiten, als auch bei einem einzelnen Körper. Wenn ein einzelner Körper in Ruhe ist (welche allerdings nur eine relative sein kann), so will er in alle Ewigkeit in Ruhe bleiben und setzt jeder Kraft einen Widerstand entgegen, die ihn in Bewegung versetzen will; ist aber ein Körper in Bewegung, so will er auch stets in Bewegung bleiben und setzt dem Ruhestande einen Widerstand entgegen. Die in einer solchen Weise sich äußernde Kraft der Körper, das Beharrungsvermögen, ist bei einem ruhenden im graden Verhältnisse von der durch sein Gewicht bestimmten Masse, bei einem bewegten noch von seiner Geschwindigkeit abhängig, also ein Produkt aus Masse und Geschwndigkeit.

Aus dem Angeführten ergibt sich als höchst wichtige Thatsache, daß jeder Körper für sich allein gegen jede Veränderung seines Zustandes vollkommen gleichgiltig ist, daß er also den Zustand, in welchem er sich grade befindet, nicht selbst hervorgebracht hat, daß also ein jeder dieser Zustände der Ausfluß einer Kraft sein muß, welche vollkommen

unabhängig ist von der Körperwelt und derselben auch nicht bedarf, um zu sein.

Wenn wir die Weltkörper unaufhörlich ihre Bahnen beschreiben sehen, so müssen wir den Gedanken aufgeben, daß sie den Grund dafür in sich selbst tragen. Selbst wenn wir die irrige Auffassung zu der unsrigen machen wollten, daß ihre Bewegung durch einen augenblicklichen Stoß sei eingeleitet worden, so müßten wir immer noch die Fragen genügend beantworten können: wer erhält die Bewegungen in alle Ewigkeit, wer hat den gestoßenen Körper, wer den stoßenden bewegt und welches ist der eigentliche Urstößer?

Daß durch irgend eine uns zugebote stehende irdische Kraft in Bewegung gesetzte Körper nachträglich auf andere wirken, ist eine Folge der unmittelbaren Uebertragung der Kraft durch einen Stoff, mit und ohne Umwandlung des Zustandes.

Jeder Körper, welcher durch eine Kraft einen Anstoß zu einer Bewegung erlangt hat, will stets in einer graden Richtung scheinbar vonselbst fortgehen. Dieses zeigt sich sogar darin, daß eine Eisenstange, welche durch ihr eigenes Gewicht etwas gebogen ist, sich grade streckt, wenn ein sogenannter elektrischer Strom durch sie geleitet wird.

Wenn man dagegen einen Körper durch eine besondere Kraft zwingt, in einer krummen Bahn sich zu bewegen, so zeigt sich bei ihm sofort eine neue Kraft, welche ihn in der graden Verlängerung der Verbindungslinie zwischen dem Drehungsmittelpunkte und seinem Schwerpunkte von dem letzteren aus weiter forttreiben will. Wir nennen diese Kraft, welche der nach dem Mittelpunkte der Krümmung hin wirkenden Zentralkraft gradlinig entgegenwirkt, die Fliehkraft. Wir haben schon früher erwähnt, daß es zur Entstehung dieser Fliehkraft durchaus nicht eines sichtbaren Bandes bedarf zwischen dem Mittelpunkte der Bewegung und dem in einer krummen Bahn sich bewegenden Körper, und ebensowenig ist sie an bestimmte Stoffe gebunden; sie ist also das Ergebniß einer von allen Zufälligkeiten unabhängigen Kraft. Ebenso muß es mit der Tangentialkraft sein, welche durch Zusammensetzung aus der Zentral- und Fliehkraft entsteht.

e) Einheit der Naturgesetze.

Beobachten wir ferner die durch Kräfte hervorgebrachten Veränderungen, sie mögen nun in Umwandelungen der Stoffe oder in Umwandlungen der Bewegungsarten bestehen; so finden wir in der

Chemie, Physik, Astronomie und auch im organischen Leben, daß unter ganz bestimmten Bedingungen stets genau dasselbe in einer ganz bestimmten Weise geschieht; d. h.: in der ganzen irdischen und überirdischen Natur geschieht Alles *nach denselben unabänderlichen Gesetzen.* Weil die Stoffe im ganzen Weltraume dieselben und die Kräfte durch Uebertragung an die Stoffe gebunden sind, so könnten wir schon daraus auf eine Einheit aller Kräfte in der Natur schließen.

Die Kraft, welche hier auf der Erde jeden Augenblick noch den Wassertropfen rundet, hat auch von Ewigkeit her die Tropfen des Weltalles, die Weltkörper kugelförmig gebildet und gestaltet sie jetzt noch ebenso.

Der Olivin und Augit hat sich in den aus dem Weltraume zu uns gelangenden Meteorsteinen nach denselben Krystallisationsgesetzen gerichtet, wie auf und in unserer Erde (in den Laven). Ja viele von den kohlenstoffhaltigen Meteorsteinen weisen gradezu sogar auf eine organische Thätigkeit, wie wir sie auf unserer Erde kennen, in dem Weltkörper hin, zu welchem sie einst gehört haben.

Der Verbrennungsprozeß an der Sonne unterscheidet sich nicht von dem auf unserer Erde. — Die Gesetze, welche die Stoffe bei der Bildung so wie bei der Zerstörung unorganischer Körper unterworfen sind, erkennt man auch bei den organischen Körpern wieder. Die Bildung von Krystallen von bestimmten Gestalten aus bestimmten unorganischen Stoffen ist nicht weniger oder vielmehr ebenso wunderbar als die scheinbar freiwillige Gestaltung bestimmter organischer Gebilde aus gewissen unorganisirten, aber organisationsfähigen Stoffen. Soll eine Zelle oder ein Ei entwickelungsfähig werden, so ist die Vermittelung eines polaren Gegensatzes, was wir Befruchtung nennen, erforderlich, oder die Durchdringung zweier polar einander entgegengesetzter Keimstoffe, als ob eine chemische Verbindung stattfände. Schon in der Natur dieser Stoffe liegt der Grund für die gesetzmäßige Heranziehung anderer Stoffe (wie bei der chemischen Wahlverwandtschaft) und für die mit steter Bewegung der Atome verknüpfte Formgestaltung zu einem neuen Einzelwesen. — Man kann mit dem Mikroskope ebensowohl die Entstehung der Krystalle als des Eies und Embryos der Aufgußthierchen und die Bewegung der Stoffe lebender Organismen verfolgen.

Die Gesetze, nach welchen der Stein auf unsere Erde fällt, beherrschen auch die Bahnen aller Weltkörper. Es ist ja bekanntlich sogar bei einer Anzahl von Doppelsternen (z. B. bei ξ im großen Bären, γ in der Jungfrau) bereits gelungen das newtonsche Gravitationsgesetz

als giltig nachzuweisen, so daß wir ihre gegenseitigen Stellungen mit einer ähnlichen Sicherheit werden vorausbestimmen können, wie bei den Planeten.

Die unfehlbaren Gesetze des Fallens und der Bewegung aller Weltkörper sind uns durch Galilei, Kepler und Newton zwar bekannt; wo ist aber, fragen wir in der Angst des Denkens mitrecht, zu allen diesen räthselhaften Bewegungen die treibende, den Weltraum beherrschende Kraft?

Alle den Körpern gewöhnlich zugeschriebenen Kräfte sind schon nach den bisherigen Betrachtungen nicht als ihnen ursprünglich angehörige zu betrachten, sondern sie sind an ihnen nur durch irgend eine Uebertragung entstanden als der Ausfluß einer *einzigen alle Weltkörper bis in ihre Atome beherrschenden unzerstörbaren Urkraft*, welche zugleich geeignet sein muß, alle Wechselwirkungen der Körper aufeinander bis auf jede beliebige Entfernung hervorzubringen. Es ist also kein Körper, wie groß oder klein er auch sein mag, *ursprünglich selbstthätig*, sondern alle sind leidend oder folgen einem Antriebe vonaußen, auch wenn sie die Bewegungs- und Ruhezustände anderer Körper verändern.

9. Der Weltäther enthält die Urkraft im Weltraume.

Wer bei den indischen Völkern sich zu den Rechtgläubigen rechnen will, muß *fünf* Elemente annehmen: vor allem den *Aether* als das feinste und edelste, durch welches die Gestirne und der Himmel entstanden seien, dann die Luft, das Feuer, das Wasser und die Erde als das gröbste. Schon in dem unbefangenen Blicke der Naturvölker liegt bisweilen etwas Anregendes.

Wenn bereits Leucipp 500 Jahre vor Chr. das Feuer zur Weltseele und zur Grundlage des Lebens, des Empfindens und Denkens machte und wenn Heraklit vor fast 2400 Jahren sagte: *das Feuer ist das Urelement für alle Wesen*, so müssen wir heute noch die tiefgreifende Bedeutung dieser wenn auch noch für ein klares Verständniß nicht weiter ausgebeuteten Aussprüche bewundern.

Wenn nun ferner der ältere Herschel kühn behauptet, daß *alles, was geschaffen worden, durch das Licht geschaffen sei*, so können wir auch diesem Gedankenblitze doch nur einen noch allzubeschränkten Gesichtskreis beilegen.

Wir dürfen nach unserem wissenschaftlich hier entwickelten Standpunkte vielmehr sagen: der **Weltäther** ist der Urquell aller Kräfte im Weltraume und alle überirdischen so wie irdischen Erscheinungen, mögen sie auch noch so gewaltig oder noch so unscheinbar auftreten, sind der Ausfluß der in ihm liegenden Kraft. Das Licht ist nur ein einzelner Zustand, nämlich ein Schwingungszustand des Weltäthers. Die Erscheinungen des Lichtes (zum Theil auch der Kometen) weisen uns darauf hin, daß er eine absolut elastische, außerordentlich zarte und leichtbewegliche Flüssigkeit ist, welche eine gleichmäßige Verbreitung durch den unendlichen Weltraum besitzt und deren unendlich kleinen Bestandtheile durch den ganzen Weltraum im indifferenten Gleichgewichte sich befinden. (Siehe S. 433).

Nach den angeführten Eigenschaften ist der Weltäther nicht blos zu außerordentlich schnellen und außerordentlich leicht sich verbreitenden Schwingungen fähig, sondern er muß auch auf alle in ihm begränzt vorhandenen Stoffe, d. h. auf alle Körper, einen Druck ausüben und die Bewegung der Körper oder auch die Störung des Gleichgewichtszustandes ihrer Molekel und Atome fast ohne allen Zeitverlust fortpflanzen.

Der Weltäther wirkt in einer dreifachen Beziehung: in einer doppelten durch seine Schwingungen und dann noch durch seinen Druck. Inbetreff der Schwingungen ist nämlich festzuhalten, daß sie nicht blos in Querschwingungen auf dem Licht- oder Wärmestrahle bestehen, sondern daß gleichzeitig noch Längenschwingungen in der Richtung der Strahlen stattfinden.*) Zwischen den Stoffatomen der Körper und dem sie umfließenden Aether muß eine stete Wechselwirkung stattfinden, so daß jede Störung in dem Drucke und den Schwingungsverhältnissen des Aethers eine entsprechende Veränderung in der Lage der Atome hervorbringt und umgekehrt. Daß irgend eines Körpers Stoffatome selbst einander nicht anziehen, beweist allein schon der Gaszustand: die Atome senden Wärmestrahlen aus oder sie sind der Ausgangsort von Querschwingungen des Aethers, durch welche sie auseinander getrieben werden.

Die Atome sind so kleine Körpertheile, daß sie für das Eindringen selbst des Aethers, des feinsten aller Stoffe, keine Zwischenräume (Poren) enthalten. Dieser dringt aber sofort in den Raum, welchen jenes bei seiner Bewegung verläßt, übt also auch auf jedes ruhende Atom einen Druck aus, wodurch die Wechselwirkung beider festgestellt ist.

*) S. mein Handbuch der Physik zur Selbstbelehrung Thl. II, S. 12.

Es ist nun erforderlich zu zeigen, in welcher Weise die uns bekannten Erscheinungsformen des Körperlichen und seiner Zustände als der Ausfluß dieser einen im Weltäther liegenden Naturkraft anzusehen sind. Ich leite zunächst das Vorhandensein aller Körper im Weltraume nicht aus dem Weltäther her, sondern durch ihn; dann werden alle Bewegungsarten der Körper und die dabei hervortretenden Kräfte auf ihn als Urkraft zurückgeführt und noch gezeigt, wie er durch Rückwirkungen der Körper selbst zu Schwingungen veranlaßt wird. Zu fortschreitenden Bewegungen ist er selbst unfähig, weil er unbegränzt ist.

Wenn die Stofftheile eines Körpers leicht nachgibig sind und ihren Ort untereinander durch eine vonaußen wirkende Kraft leicht verändern, so nimmt dann der Körper eine Kugelgestalt an, wofern die Einwirkung eine von allen Seiten gleiche ist. Eine kleine Menge von Luft nimmt innerhalb des Wassers nicht etwa zufolge der allgemeinen Massenanziehung der Lufttheilchen untereinander die Kugelform an, sondern nur weil sie von dem umgebenden Wasser einen allseitig fast gleichen Druck erleidet. Die Lufttheilchen würden für sich ohne diesen Druck sich vielmehr voneinander entfernen. — In gleicher Weise wird eine Seifenblase durch den allseitig fast gleichen Druck der Amosphäre kugelförmig gestaltet. — Wenn aber eine kleine Menge Wasser selbst im luftleeren Raume die Kugelgestalt zeigt, so fehlt uns ein irdischer Stoff, welcher durch seinen allseitig gleichen Druck diese Gestalt hätte hervorbringen können.

Wir freuen uns über die in allen Farben des Regenbogens glänzenden Perlen des Morgenthaues. Welche Kraft hat sie gerundet? Keine andere als die, welche die goldglänzenden Thautropfen des Weltraumes, die kugelförmigen Weltkörper geformt hat: nämlich der allseitig gleiche Weltätherdruck. Der Druck ist deshalb ein allseitig gleicher, weil die Erstreckung des Weltäthers von jedem Punkte aus nach allen Richtungen hin eine gleiche, nämlich unendliche ist.

Die Kugel ist diejenige Körpergestalt, welche bei möglich kleinster Umgränzung den möglich größten Raum enthält. Der Druck des Weltäthers sucht also benachbarte Stofftheile in den möglich kleinsten Raum zusammen zu drängen. Dieses Bestreben ist aber nicht blos bei jedem einzelnen aus ursprünglich losen Bestandtheilen zusammengesetzten Weltkörper, sondern auch bei ganzen Weltkörpergruppen durch den ganzen Weltraum erkennbar. Weil wir die Neigung zur Herstellung der Kugelform selbst noch an den entferntesten Nebelflecken erkennen, so läßt sich

auch daraus auf das gleichmäßige Vorhandensein des Aethers durch den ganzen Weltraum und auf seinen Gleichgewichtszustand schließen.

Wären die im Raume von Ewigkeit her vorhandenen Stoffelemente stets in Ruhe gewesen, so würden sie durch den Aether in einem ewigen Gleichgewichtszustande erhalten worden sein, und es hätten Körper nicht entstehen können. Wir müssen also allen Urstoffen, welche die jetzigen Körper gebildet haben, nicht blos Beweglichkeit, sondern auch eine Bewegung beilegen, die sie von Ewigkeit her besessen haben. Nun erst wird die Entstehung der Körperwelt durch den Einfluß des Aethers möglich und erklärlich.

Es kommt hierbei zunächst Alles darauf an, daß man zeigt, wie ein Körper eine wirkliche Bewegung empfangen kann durch einen Stoff, welcher selbst nur in Ruhe ist. Kant*) vertheidigt diesen von Hamberger zuerst aufgestellten Gedanken, welcher aber nicht in einer für unsere Zwecke geeigneten Weise nutzbar gemacht worden ist, in folgender Weise:

„Die allerersten Bewegungen in diesem Weltgebäude sind nicht durch die Kraft einer bewegten Materie hervorgebracht worden, denn sonst würde sie nicht die erste sein. Sie sind aber auch nicht durch die unmittelbare Gewalt Gottes oder irgend einer Intelligenz verursacht worden, so lange es noch möglich ist, daß sie durch Wirkung einer Materie, welche im Ruhestande ist, haben entstehen können; denn Gott erspart sich so viele Wirkungen, als er ohne den Nachtheil der Weltmaschine thun kann, hingegen macht er die Natur so thätig und wirksam, als es nur möglich ist. Ist nun die Bewegung durch die Kraft einer an sich todten und unbewegten Materie in die Welt zuallererst hineingebracht worden, so wird sie sich auch durch dieselbe erhalten und, wo sie eingebüßt hat, wieder herstellen können."

Es liegt in dieser Darstellung mehr eine Ahnung, als eine klare Vorstellung von den wahren Vorgängen. Aber auch solche Gedankenblitze haben für den, welcher eine neue Theorie aufstellen will, schon einen nicht unbedeutenden Werth.

Wenn es auch bisjetzt noch nicht gelungen ist, die Gestalten der Urtheile oder der Atome der verschiedenen Stoffe anzugeben, so müssen wir doch nach den in der Chemie und Krystallographie ermittelten Thatsachen vermuthen, daß die Atome eines jeden bestimmten Elementes auch eine bestimmte Gestalt besitzen. Wenn nicht blos die Eis- und Berg-Krystalle sich sechsseitig gestalten, sondern auch die wunderbaren

*) J. Kant's Werke von Hartenstein Bd. I. S. 59.

Bienenzellen und die Querschnitte vieler Pflanzen diese Form darbieten, ja selbst die kleinsten Bestandtheile der Muskeln sechsseitige Prismen sind; so muß man bei diesen in der Natur scheinbar zusammenhanglosen Gebilden doch auf eine einheitlich gestaltende und überall gesetzmäßig wirkende Kraft zurückschließen. Die unorganischen Naturprodukte haben Formen, die nach mathematischen Gesetzen aus Atomen sich bilden; die organischen aber entstehen aus bereits zusammengesetzten Zellen. In jenen zeigt sich eine Beständigkeit der Formen, in diesen ein Wechsel und daher auch ein Untergang des Einzelnwesens. In den unorganischen Körpern beherrscht der Stoff die Form, in den organischen ist der Stoff abhängig.

Wenn nun der Weltäther allen Stoff in ihm in den möglich kleinsten Raum zusammendrängen will, so werden nur bestimmte Stoffe, welche nach der Gestalt ihrer Atome die Möglichkeit darbieten, in Gemeinschaft einen kleineren Raum einzunehmen, auch wirklich eine Verbindung eingehen und, wie man zu sagen pflegt, eine chemische Verwandtschaft zeigen.

Daraus so wie aus der Unendlichkeit des Raumes und dem Gesetze über die rasche Abnahme der wirkenden Kräfte mit der Zunahme der Entfernung ist es erklärlich, daß nicht aller Stoff im Weltraume zu einem Körper zusammengeballt worden ist, sondern zu unendlich vielen.

Bei diesen Stoffverbindungen, zu welchen auch die während der organischen Thätigkeit eintretende Umwandlung der aufgenommenen Nahrungsmittel gehört, entsteht nun je nach der größeren oder geringeren Leichtigkeit, womit sie geschehen, eine mehr oder minder heftige Bewegung der Atome, welche sich als Wärme äußert, weil durch den Weltätherdruck, welcher dem Beharrungszustande entgegenwirkt, Schwingungen entstehen. Wenn die dabei eintretende Schwingungskraft der irdischen Stoffe bedeutend genug ist, so kann sie theils den in ihnen befindlichen Aether zu stehenden Lichtschwingungen anregen, theils den Aggregatzustand der Stoffe verändern, so daß aus festen und tropfbaren Körpern bisweilen sehr plötzlich luftige werden. In solchen Fällen überwiegt die Schwingungskraft den Druck der umgebenden Luft, und es entstehen Explosionen mit Lichterscheinungen, bei welchen der Aether ebenfalls stehende Schwingungen macht.

Die Stoffumwandelungen würden somit zurückzuführen sein auf eine neue Anordnung und Lagerung der Atome, hervorgebracht durch die äußere Einwirkung des Weltäthers. Weil nun die organische Thätigkeit abhängig ist von der Umwandlung der als Nahrungsmittel

aufgenommenen Stoffe, so würde auch diese in ihrem letzten Grunde erkannt sein, woran um so weniger zu zweifeln sein dürfte, als es der Chemie bereits gelungen ist, einige durch organische Thätigkeit erzeugte zusammengesetzte Stoffe, ebenfalls herzustellen. (S. S. 252.)

Die Anordnung der Atome mancher Stoffe muß von der Art sein, daß sie dem Eindringen anderer von gewisser Atomgestalt, besonders wenn sie gasiger Natur sind, günstig ist. Der Druck des Weltäthers wird dann leicht Verbindungen hervorbringen. Es gibt in dieser Beziehung merkwürdige Beispiele.

Es ist zwar schon auffallend, daß z. B. frisch geglühte Buchsbaumkohle 90 und Wasser sogar 670 Raumtheile Ammoniakgas in sich aufnimmt (absorbirt) und festhält, aber ein noch weit merkwürdigeres Verhalten zeigt das Wasserstoffgas zum Palladium. Ist nämlich letzteres aus seiner Chloridlösung durch den sogenannten elektrischen Strom in glänzenden Blättchen auf ein Platinblech niedergeschlagen worden, erhitzt man es dann im Wasserstoffe bis auf 100°C. und läßt es darin eine Stunde lang erkalten, so hat es 982,14 Raumtheile Gas aufgenommen. Palladium nimmt, unmittelbar als negative Elektrode angewendet, den Wasserstoff so begierig in sich auf und hält ihn so fest, daß selbst ein luftleer gemachter Hohlzylinder aus solchem Palladium keinen Wasserstoff in den Hohlraum abgibt. Es ist, als bildeten beide Stoffe eine Legirung, welche natürlich ein geringeres spezifisches Gewicht, nämlich 1,951, als reines Palladium hat, und die Elektrizität etwas weniger gut leitet, aber magnetischer ist (im Verhältnisse 48 zu 10). Erst bei hoher Erwärmung oder beim Umkehren der Elektroden erfolgt ein Freiwerden dieses positiven Gases.

Da man es bereits vermocht hat, eine Menge von Gasen (Chlor, Cyangas, Stickstoffoxydulgas, Ammoniak, Salzsäure, Kohlensäure, schweflige Säure, salpetrige Säure) durch Vergrößerung des auf sie ausgeübten Druckes und durch Abkühlung tropfbarflüssig und sogar fest zu machen, so liegt der Gedanke nahe, daß durch den obigen Vorgang das Wasserstoffgas in den festen Zustand übergegangen ist, wenn man es auch für sich allein als festen Körper bisjetzt noch nicht darstellen konnte. Alle Stoffe scheinen also die Fähigkeit zu haben, unter Umständen in allen Aggregatzuständen (fest, tropfbar, luftig) zu erscheinen. — Es schien nicht ohne Interesse zu sein, diese Thatsachen auch an dieser Stelle anzuführen, um zu zeigen, wie die praktischen Naturwissenschaften immer tiefer eindringen in die Naturgeheimnisse, wie sie aber auch immerfort neue Räthsel zu lösen geben. Wir kennen jetzt mehr als 60 Elementarstoffe, aber es

wird vielleicht noch gelingen, deren Anzahl außerordentlich zu vermindern, ja vielleicht zu zeigen, daß die materielle Welt nur aus einem Stoffe bestehe, welcher nur durch seine außerordentlich verschiedenen Grade der Verdichtung oder des spezifischen Gewichtes und durch die Lagerung und Gestalt seiner Atome die verschiedenen Erscheinungsformen des Stoffes erzeugt. Das Ammonium wurde früher wegen seines chemischen Verhaltens zu den einfachen Metallen gerechnet, es ist aber aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt. Obwohl man gegen 200 Gestalten von Schneekrystallen kennt, so ist ihr Stoff doch nur derselbe. — Wie wenig die Philosophie einen Dualismus des vielgestaltigen Geistes anerkennt, wie wenig es nothwendig ist, zur Erklärung aller Erscheinungen in der irdischen und überirdischen Welt zwei ihrem Wesen nach ganz verschiedene Kräfte anzunehmen, eben so wenig erscheint es durchaus nothwendig, mehre Grundstoffe mit einander entgegengesetzten Eigenschaften anzunehmen.

Wenn wir in dem Weltäther die Kraft für die Körpergestaltung überhaupt schon erkannt haben, so würden aus seinem Bestreben auch zur Erhaltung der Einheit noch andere Erscheinungen sich ableiten lassen und zwar:

1. die Kohäsion, bei welcher die Stofftheile eines bereits gebildeten Körpers je nach ihrer Gestalt und Lagerung (Stahl, Eisen, tropfbare und luftige Flüssigkeiten) einen verschiedenen Grad des Zusammenhanges zeigen;

2. die Adhäsion läßt erkennen, daß die Körper auch in einem luftleeren Raume das Bestreben besitzen, bei der bloßen Berührung einander festzuhalten und zwar um so mehr, je inniger die Berührung ist. Auch dieses ist eine Folge des von dem Weltäther auf sie ausgeübten Druckes.

Hierbei ist ein gewisser Kampf zwischen den Molekular- und Schwerkräften, denen jeder Körper unterworfen ist, nicht zu verkennen. Je mehr z. B. ein Haarröhrchen erwärmt wird, desto weniger hoch steigt eine Flüssigkeit in ihm; ja es kann bei Vermehrung der Schwingungs- oder Stoßkraft, statt der Anziehung sogar eine Abstoßung der Flüssigkeit eintreten. Gewöhnlich pflegt man diese Erscheinungen auf das Verhältniß der Adhäsion zur Kohäsion zurückzuführen, womit aber der Sache selbst nicht gedient ist.

3. Der Weltäther bewirkt ferner, daß die Körper selbst auf ganz beliebige Entfernungen ein Ganzes bilden oder einander anziehen zu wollen scheinen, während sie selbst doch nur der außer ihnen liegenden

Kraft, welche man für diesen Fall die Schwere oder Gravitation genannt hat, folgen müssen und zwar ohne Rücksicht auf die Natur ihres Stoffes im graden Verhältnisse ihrer durch das Gewicht bestimmten Massen und im umgekehrten der Quadratzahlen ihrer Entfernungen.*)

Wir können diese letzteren Thatsachen, welche uns zugleich auf die zweite Seite des unablässig wirksamen Weltäthers führen, nämlich auf die durch ihn veranlaßten und von ihm selbst auch wieder aufgenommenen Bewegungserscheinungen auf folgende Weise begründen.

Stehen zwei Körper in gewisser Entfernung einander gegenüber, so ist der auf ihre Innenseiten ausgeübte Druck geringer als der auf ihre Außenseiten, weil von jedem Körper je nach seiner Masse eine gewisse Aethermenge festgehalten oder gebunden wird, welche also in der Richtung nach dem anderen Körper unwirksam ist. Nun ist aber die Entfernung der beiden Körper unendlich klein gegen die von den Außenseiten derselben beginnende Erstreckung des Aethers im Weltraume. Deshalb treibt der auf die Außenseiten ausgeübte Druck die Körper gegeneinander.

Haben die beiden Körper gleiche Massen, ihre Rauminhalte mögen gleich oder ungleich sein; so ist ihr Widerstand und der auf sie durch den Aether ausgeübte Druck ein gleicher und sie bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit gegen einander, d. h. sie scheinen einander mit gleicher Kraft anzuziehen; sind aber die Massen ungleich, so leistet der mit der geringeren Masse den kleineren Widerstand, und er muß sich sovielmal schneller gegen den mit der größeren Masse bewegen, wievielmal seine Masse kleiner ist, als die des anderen Körpers.

Alle Körper fallen aber an der Erdoberfläche im luftleeren Raume deshalb gleich schnell, weil ihre Masse gegen die der Erde verschwindend klein, und der Weltätherdruck auf sie in dieser Beziehung als gleich angesehen werden darf.

Es muß in allen diesen Fällen eine gleichmäßige Beschleunigung der Bewegung eintreten, weil dieselbe Druckkraft mit gleichbleibender Stärke fortwährend einwirkt, so daß die zurückgelegten Wege sich wie die Quadratzahlen der Bewegungszeiten (Fallzeiten) verhalten

*) Wie vortrefflich die Philosophen die Welt aufzubauen wußten, beweist unter anderen Leibnitz, welcher den Newton verdammte, weil sein Gravitationsgesetz die geoffenbarte Religion verleugne. Die meist ohne positive Kenntnisse der Natur sich breit machenden Philosophen haben vonjeher die Köpfe sehr verwirrt. Göthe geißelt sie nach Gebühr in seinem Faust. Ich selbst denke noch mit Schrecken der Geistesqual beim Studium von Fichte, Schelling u. A.

und da die zurückgelegten Wege das Maß sind für die nach den üblichen Vorstellungen einwirkende Anziehungskraft, so liegt darin auch, daß die anziehende Kraft eines Körpers zunimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung abnehmen.

So wäre nun das, wie Kant sagt, „bisher unbegreifliche Wunder der Schwere" oder Gravitation auf seinen Urheber zurückgeführt und die Körperwelt selbst als ihm unterthänig erkannt. — Aus dem Umstande, daß auch der Entdecker der Gravitation selbst offen bekannt hat, er wisse nicht, was die Gravitation sei, haben die Finsterlinge in unserer Zeit den ebenso ungerechtfertigten als boshaften Schluß gezogen, er habe an die Gravitation selbst gar nicht einmal geglaubt und sie meinten durch solche und ähnliche Kniffe die kopernikanische Weltordnung umstoßen zu können.

Wenn man die durch die Naturerscheinungen gegebenen oft wunderbaren Andeutungen scharf genug verfolgt, so zeigt sich selbst in den scheinbar ohne alle Berührungspunkte auftretenden Thatsachen dennoch ein tiefer Zusammenhang, welcher auf die im Weltäther liegende einheitliche Kraft hinweiset. So z. B. können **Schwerkraft** und **Licht** auf Pflanzen dieselbe Wirkung ausüben, denn wir sehen, wie die Pflanzenzelle durch das Licht zu einem der Lichtquelle zu- oder von ihr abgewendeten und so auch die Schwerkraft zu einem dem Mittelpunkt der Kraft zu- oder abgewendeten Wachsthum veranlaßt werden kann. Es muß also bei dieser Wechselwirkung eine unmittelbare Beziehung zwischen Licht und Schwere vorhanden sein und zwar so, daß sie beide als eine in verschiedener Weise in die Erscheinung tretende Wirkung der Kraft eines und desselben Stoffes sind, nämlich des Weltäthers.

Wie außerordentlich wichtig selbst für das organische Leben in der Natur das Verhältniß der Fliehkraft zu der ihr grade entgegengesetzt wirkenden Zentralkraft ist, zeigt ein von Knight zuerst angestellter Versuch. Wird nämlich ein keimendes Saamenkorn, z. B. eine Erbse, in der Nähe des Anfanges einer gedrehten Scheibe angebracht, so wächst der Wurzelkeim vom Mittelpunkte weg (folgt also der Fliehkraft), der Stengelkeim nach dem Mittelpunkte hin. Ist das Gleichgewicht der im Saamenkorne einander gradlinig entgegengesetzt wirkenden Kräfte nicht gewaltsam gestört, wie wenn sich die Pflanze auf der Oberfläche der sich drehenden Erde entwickelt; so folgt der Wurzelkeim der Zentralkraft (Gravitation), der Stengel aber der Fliehkraft. Da letztere bei den Monden äußerst wenig ausgebildet ist, so möchte ihnen wol schon deshalb das organische Leben fehlen.

Folgte ein Körper nur dem Beharrungsvermögen, was nur stattfinden würde, wenn er ganz allein frei im Weltraume sich bewegte, so verhielten sich die zurückgelegten Wege wie die Zeiten, denn die Geschwindigkeit wäre dann eine gleichmäßige.

In Beziehung auf das Beharrungsvermögen ist es nicht nothwendig, den Zustand der Ruhe von dem der Bewegung zu unterscheiden, weil es im Weltraume eine absolute Ruhe nicht gibt, sondern nur eine relative.

Wäre aber ein Körper als der einzige im Weltraume wirklich in absoluter Ruhe, so würde es ohne Einwirkung einer besonderen Kraft an jeder Veranlassung zu einer Bewegung fehlen, weil der Weltäther durch seinen allseitig gleichen Druck und Gegendruck ihn im Gleichgewichte hielte.

Ist aber für einen Körper die Bewegung eingeleitet, wozu im Weltraume die Gravitation hinreichend Veranlassung gibt, so wird sie, wenn nicht besondere Hindernisse eintreten, nicht durch sich selbst, sondern durch den Weltäther in Ewigkeit erhalten, und zwar mit gleichbleibender Geschwindigkeit in einer gradlinigen Bahn. Der Weltäther eröffnet nämlich dem Körper vorn die Bahn mit derselben Leichtigkeit, mit welcher er sie hinter ihm schließt, oder die Kraft des Körpers verliert durch den Druck auf den Weltäther nachvorn ebensoviel, als sie durch ihn vonhinten gewinnt. — Die Bahn bleibt eine gradlinige, weil der ringsum ausgeübte Seitendruck ein allseitig gleicher ist, indem der Weltäther von jedem Punkte aus sich gleichweit erstreckt. — Wenn Laplace die Nothwendigkeit für die Beibehaltung der graden Richtung daraus ableitet, daß kein Grund vorhanden sei, warum der Körper vielmehr nach der Rechten als zur Linken von seiner anfänglichen Richtung abweichen sollte; so scheint mir dieser Mangel eines Grundes eben kein Grund zu sein. Er ist also auch grade in Betreff der Natur der bewegenden Kraft ebenfalls noch im Unklaren.

Höchst merkwürdig und in ihren Folgen unermeßlich wichtig ist die bei der Bewegung in einer krummen Bahn stets auftretende so geheimnißvolle Fliehkraft. Wenn Galilei die so gewöhnlichen Schwingungen eines Kronleuchters mit eindringendem Verständniß beobachtete und daraus die tiefgreiffendsten Naturgesetze auffand, so dürfen wir auch unteranderem den sogenannten Lendenritt nicht gedankenlos anstaunen, sondern wir müssen uns fragen: welche Kraft ist es, die den Reiter an die Hüfte des Pferdes drückt, also sein Herabfallen verhindert und nach welchen Gesetzen wirkt sie?

Die Fliehkraft ist nicht nur im Maschinenwesen u. a. beim Regulator und dem Schwungrade sehr wichtig, sondern auch bei den Bahnen der Weltkörper unablässig wirksam. Sie wirkt stets in der Verlängerung der graden Linie, welche von dem Krümmungsmittelpunkte der Bahn nach dem Schwerpunkte des Körpers geht; sie sucht also den Körper in dieser graden Verlängerung fortzutreiben. Sie entsteht nur bei der Bewegung von Körpern in einer krummen Bahn, mag dieselbe erzwungen sein durch ein festes Band (Kohäsion) oder durch die Gravitation als einer gewissermaßen unsichtbar wirkenden Zentralkraft. Ihre Stärke hängt im graden Verhältnisse von der Masse und der Geschwindigkeit des bewegten Körpers ab, sie ist also ein Produkt aus beiden. Die Entstehung der Fliehkraft kann auch nur auf den Weltäther zurückgeführt werden. Bewegt sich nämlich ein Körper in einer krummlinigen Bahn, so besitzt seine Außenseite ein größere Geschwindigkeit, als die Innenseite; dort wird also der Weltäther schneller und kräftiger weggedrängt, als hier und zwar im Verhältnisse der Masse und Geschwindigkeit des Körpers; daher ist der auf die Innenseite ausgeübte Druck in demselben Verhältnisse größer und treibt somit den Körper nachaußen hin.

Wenn ein Körper freibeweglich und in der Lage ist, dem Antriebe beider gleichzeitig auf ihn wirkenden Kräfte, nämlich der Zentralkraft und der Fliehkraft, zu folgen; so setzt sich aus ihnen die Tangentialkraft (auch Schwungkraft genannt) zusammen und der Körper geht in der Berührungslinie (Tangente) desjenigen Punktes seiner krummen Bahn fort, in welchem er sich augenblicklich befindet. Die um einen Zentralkörper sich bewegenden Weltkörper folgen ebenfalls in jedem Augenblicke derjenigen Tangentialkraft, welche aus der Fliehkraft in dem betreffenden Bahnpunkte und der Zentralkraft zusammengesetzt ist. — Auch die Tangentialkraft ist ein Produkt aus Masse und Geschwindigkeit. — Die Bahn der Weltkörper wäre nur dann ein Kreis, wenn die beiden Kräfte einander stets gleich wären, was niemals stattfindet.

Wie die Fliehkraft, so läßt sich auch die Abplattung eines um eine bestimmte Linie als Axe gedrehten flüssigen oder aus nachgibigen Theilen bestehenden Körpers durch den Druck des Weltäthers erklären. — Der sich drehende Körper leistet nämlich an den Stellen mit geringerer Geschwindigkeit, also gegen die Pole hin, dem Weltäther einen geringeren Gegendruck, als an denen mit größerer oder nach dem Aequator hin. Der Erfolg ist, daß der Weltäther durch seinen vom Aequator aus nach den Polen hin zunehmenden Druck eine Abplattung hervorbringt. Weil der den unendlichen Weltraum einnehmende Aether ein Stoff von absolut

unabänderlicher Beschaffenheit ist, so stehen seine Wirkungen auch in dieser Beziehung so sicher unter dem Gesetze, daß die Abplattung, z. B. des Jupiter zuerst durch Rechnung so groß aufgefunden worden ist, wi die Beobachtung sie nachträglich gezeigt hat.

Die Stoffe der Körper sind also bei allen diesen Erscheinungen durchaus nicht selbstthätig, sondern passiv. Weil Newton außerhalb der Weltkörper den Weltraum für stoffler ansah, mußte er alle Hoffnung aufgeben, die den Planeten thatsächlich zukommende Schwungkraft durch die Gesetze der Natur und die Kräfte der Materie zu erklären. Er nahm einfach seine Zuflucht zu dem unmittelbaren Willen Gottes, was Kant von diesem „großen Weltweisen" sehr bedauert. Aber auch Kant hat die Schwierigkeit, die Entstehung der Axendrehung der chaotischen Urmasse für die Entwickelung der Weltkörper genügend zu erklären, nicht zu überwinden vermocht und zu bedauern ist, daß der geistvolle Laplace sogar durch excentrische Stöße das Räthsel lösen zu können glaubte. Es ist allerdings sicher, daß die natürliche Ursache zu diesen Bewegungen nicht in derjenigen Materie liegen konnte, welche jetzt die Weltkörper bildet, denn sie konnte nicht durch sich selbst die erste Bewegung annehmen, sondern sie mußte sie durch eine Materie empfangen, die selbst wegen ihrer unendlichen Ausdehnung eine fortschreitende Bewegung nicht besitzt, wol aber ein unerschöpfliches Maß von Kraft.

Bisher haben wir eine Reihe von Erscheinungen wesentlich auf die Druckkraft des Weltäthers zurückgeführt. Eine zweite Seite seiner Wirksamkeit besteht in seinen Schwingungen. Wenn wir an ihm die raumerfüllende, körperdurchdringende Eigenschaft festhalten und berücksichtigen, daß er ein absolut elastischer und flüssiger Stoff ist, so werden wir leicht erkennen, daß er es ist, welcher im Weltraume eine Harmonie in Betreff der Ruhe und Bewegung herzustellen den Beruf hat und auch die so geheimnißvollen Wirkungen auf die Entfernungen vermittelt.

Wenn man im ruhenden Wasser mit einem festen Körper pendelartige Bewegungen macht, so geräth das umgebende Wasser nach und nach bis zu einer gewissen Entfernung auch in solche Schwingungen. Befindet sich in einiger Entfernung vom ersten Körper ein zweiter, anfänglich aber ruhender, so nimmt auch er die pendelartige Bewegung an und zwar um so eher, je weniger er selbst Masse enthält oder je massiger der erste Körper ist.

Machten die zwei Körper in demselben, anfänglich ruhendem Wasser Schwingungen von ungleicher Dauer, so würde eine allmählige Aus-

gleichung stattfinden, bis sie endlich selbst und das Wasser in einem gleichen Schwingungszustande sich befinden.

Durch diese einfache Darstellung ist uns schon der Schlüssel gegeben zu den oben angedeuteten Erscheinungen. Wenn nämlich die Atome oder Molekel eines Körpers, oder ein ganzer Körper selbst, Schwingungen machen, so werden dieselben übergetragen auf den sie unmittelbar umgebenden Weltäther, in diesem sogleich fortgepflanzt und endlich auch von ihm selbst wieder übergetragen auf die Atome und Molekel eines anderen Körpers oder auch auf einen ganzen Körper selbst.

Ein äußerst wichtiges Beispiel haben wir an der Besonnung oder Insolation. Bei dem an der Sonne stattfindenden Verbrennungsprozesse wird der sie umgebende Aether zu fortwährenden Schwingungen angeregt; diese Bewegungen pflanzen sich, wie wir wissen, mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit fort bis zur Erde. Da die irdischen Körper vom Weltäther durchdrungen sind, so wird dieser zu Schwingungen von gleicher Dauer veranlaßt. Obwohl der Aether ein äußerst zarter Stoff ist, so besitzen doch seine Molekel ein nicht unbedeutendes Bewegungsmoment, da in einer Sekunde im Mittel 600 Billionen Schwingungen geschehen. Dadurch werden die Molekel der irdischen Stoffe bei andauernder Besonnung nach und nach zu immer schnelleren Schwingungen gezwungen und der Köper wird wärmer, ja unter Umständen selbst recht heiß. Man kann unter Anwendung geeigneter Vorrichtungen das Wasser sogar zum Kochen bringen. Aus der Masse des besonnten Körpers, der Zunahme seiner Temperatur und der Schwingungszahl des Lichtes kann man dann auf das Gewicht des Aethers schließen, wenn man den Wärmeverlust des besonnten Körpers an die Umgebung während des Versuches gehörig berücksichtigt. (Vergl. S. 436.)

Hier hat also das Licht die Wärme erzeugt oder die schnellen Schwingungen des Weltäthers sind durch Uebertragung verwandelt worden in langsamere Schwingungen der Stofftheile irdischer Körper. Aber die als Wärme erkennbaren Schwingungen der Molekel irdischer Körper erregen auch den in ihnen befindlichen Aether zu Schwingungen, diese theilen sich dem die warmen Körper umgebenden Aether mit und pflanzen sich in ihm genau in derselben Weise fort, wie das Licht und dieses ist die strahlende Wärme. Sie erscheint an den Körpern ganz unabhängig von der Besonnung, so daß die Quelle für die Wärme vollkommen gleichgiltig ist. Werden z. B. zwei irdische Körper hinreichend stark aneinander gerieben, so werden die Schwingungen ihrer Molekel

schneller, die Körper werden wärmer, dann leuchtend und verbrennen sogar, wenn ihre Stoffe brennbar sind.

Hier werden also die langsamen Schwingungen der gewichtigen Stofftheile irdischer Körper übergetragen auf den zarten dazwischen befindlichen Weltäther, welcher weit schneller zu schwingen gezwungen wird und sogar noch stehende Schwingungen im Körper macht, während dieser leuchtet. In diesem Falle ist also die durch menschliche Arbeit erzeugte Wärme in Licht verwandelt worden. — Hierher gehört auch die höchst auffallende Thatsache, daß ein Platindraht in einem stark erhitzten, aber selbst gar nicht leuchtendem Gase doch glüht und leuchtet.

Da Elektrizität und Magnetismus in Schwingungen der Molekel des betreffenden Körpers bestehen, so erregen sie mittelst des Weltäthers allein schon in einem entfernten unelektrischen und unmagnetischen Körper gleichgerichtete Schwingungen, wie sie zwei einander gegenüberstehende ungleichnamig elektrische oder magnetische Körper nach der von mir aufaufgestellten Theorie bei der Erscheinung der Induktion in der That besitzen.

Sind die Schwingungen der Molekel des einen Körpers lebendige, wie bei dem sogenannten elektrischen Strome, so sind sie es auch bei dem anderen, denn Bewegung erzeugt Bewegung; sind sie aber bei dem einen Körper in einer Lage außerhalb des Gleichgewichtes zur Ruhe gebrachte, wie es bei der Spannungselektrizität und dem Magnetismus der Fall ist, so werden sie auch bei den anderen Körpern solche, denn Ruhe erzeugt Ruhe.

Weil bei einander gegenüber stehenden ungleichnamig elektrischen oder manguetischen Körpern die Molekel dieselbe Schwingungslage haben und der dazwischen liegende Weltäther sich auch darnach richtet, kann der Druck des umgebenden Weltäthers leicht eine Einheit herstellen oder die Körper aneinander treiben, ohne eine andere Kraft zu überwinden, als die, welche ihm die Körper zufolge ihrer Masse entgegensetzen. Der leichtere bewegt sich also schneller als der gewichtigere zufolge des von den entgegengesetzten Seiten wirkenden Aetherdruckes. Wenn man sieht, wie in die Nähe eines recht kräftigen Elektromagneten geworfene Eisenstücke (Schlüssel, Nägel u. drgl.) mit heftiger Begier zu ihm fliegen, ohne das Ziel zu verfehlen, und haften bleiben; so kann man sich in der That des Gedankens nicht erwehren, daß diese Körper nicht sowohl durch die Anziehung des Elektromagneten, als vielmehr durch einen äußeren Druck dahin getrieben werden. Wie wenig zwei in einem Hohlzylinder befindliche und bewegliche Stempel einander dann

selbstthätig anziehen, wenn die Luft zwischen ihnen fortgeschafft wird, eben so wenig ziehen ungleichnamig elektrische oder magnetische Körper einander an. In jenem Falle werden die Stempel durch die von den entgegengesetzten Seiten wirkende Luft, hier durch den Weltäther zusammengedrückt, welcher zwischen ihnen durch die auf die Entfernung wirkenden Molekularkräfte der Stoffe mehr oder weniger beseitigt ist. — Wenn man also sagt, daß entgegengesetzt elektrische und magnetische Körper einander anziehen, so darf man nicht daran denken, daß sie selbst dabei thätig sind; es wäre dazu in der That ein nervenstarker Glaube erforderlich.

Stehen einander gleichnamig elektrische oder magnetische Körper gegenüber, so haben ihre Massentheilchen eine entgegengesetzte Schwingungslage, sie stoßen also auch den Aether dazwischen ebenso, und dieser zwingt die beweglich gedachten Körper, indem er eine Rückwirkung auf sie äußert, sich voneinander zu entfernen. Die Körper scheinen also zwar einander abzustoßen, werden aber durch den Weltäther eigentlich voneinander gedrückt.

Es ist nun zufolge des früher entwickelten Zusammenhanges zwischen den verschiedenen Schwingungserscheinungen wol klar, daß der Weltäther bei ihnen überall wirksam eintritt und in allen Fällen, in welchen ein irdisches Band zur Vermittelung fehlt, die Wirkungen auf die Entfernung mit unfehlbarer Sicherheit vermittelt.

10. Unzerstörbarkeit der Kraft im Weltraume.

Wollen wir die Natur im Großen und Ganzen erfassen, so dürfen wir uns nicht an einzelne Erscheinungen anklammern und sie allein aus sich selbst zu erklären suchen, sondern wir müssen stets allgemeine Gesichtspunkte feststellen und dann erst werden wir erkennen, daß der wunderbare Reichthum in der Natur das Ergebniß erstaunlich einfacher Mittel ist.

Jede einzelne Kraft, welche eine Erscheinung, eine Arbeit, hervorbringt, ist erschöpfbar. Das erkennen wir leicht an den Leistungen unserer Maschinen und auch an der im thierischen Organismus liegenden Kraft. Für das ganze Planetensystem ist die Sonne fast die einzige Kraftquelle, insofern die innere Wärme einzelner Planeten nicht etwa sich noch wirksam zeigt. Aber auch ihre Kraft altert und geht, wenn

auch äußerst langsam, ihrer Erschöpfung entgegen. Auf einzelnen Weltkörpern und Weltkörpersystemen zeigt sich in Beziehung auf gewisse Zustände ein Anfang und ein Ende, aber die Welt als solche ist weder entstanden noch wird sie vergehen; es kann also von einer Entstehung der Welt als solcher nicht die Rede sein. Alle Naturthätigkeiten bilden einen ewigen Kreislauf: Entstehen, Bestehen, Tod, Umwandlung zu neuem Leben. Mit dem organischen Tode und der eintretenden Fäulniß wird der organisirte Körper aufgelöst zuerst in organische Stoffe, aus diesen werden unorganische oder mineralische und nun beginnt ein neuer Kreislauf ohne daß eine Kluft zwischen lebender und todter Materie besteht; es ist vielmehr eine Einheit in der unorganischen und organischen Natur vorhanden. Die Natur ist also unendlich in Beziehung auf Raum und Zeit, ohne Anfang und Ende, aber in einem ewigen Wechsel der Gestaltung begriffen, bei welchem jeder augenblickliche Zustand ein Anfang und Ende zugleich ist. Nur die im ganzen Weltraume vorhandenen Kräfte sind unzerstörbar, oder die Summe aller in ihm wirksamen lebendigen Kräfte bleibt bei dem Kreislaufen der Erscheinungen in alle Ewigkeit dieselbe. Der Urquell aller Kräfte ist nämlich der Weltäther. Weil er den unendlichen Raum einnimmt und weil das Unendliche weder einer Vermehrung noch Verminderung fähig ist, so ist sein Kraftmaß unveränderlich und unerschöpflich und das Weltall kann nichts an seiner lebendigen Kraft verlieren, weil wenn dieses auch an einzelnen Körpern in ihm stattfindet, stets durch den Weltäther eine Uebertragung auf andere Weltkörper geschieht.

Der Weltäther ist also der alleinige und einzige Grund für das so außerordentlich wichtige Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kraft bei allen irdischen und überirdischen Erscheinungen. Laplace tadelt mit großem Unrechte den Deskartes (starb 1649), welcher meines Wissens zuerst den Ausspruch that, daß die Summe der Bewegungen so wie die Menge der Materie im Weltalle stets dieselbe bleiben müsse. Selbst wenn Sonnen verlöschen, ist ihre lebendige Kraft übergetragen durch den Weltäther auf andere Weltkörper und Stoffe im Weltraume, z. B. auf kosmische Wolken und bewirkt so ein Aufleben zu höheren Entwickelungsstufen. Wir dürfen uns bei den Erscheinungen durchaus nicht, wie so häufig noch geschieht, blos in den verhältnißmäßig äußerst engen Gränzen unseres Sonnengebiets halten. Wir wollen sogleich erkennen, daß dieses unzureichend ist.

Durch Bestrahlung entwickelt die Sonne auf der Erde in 1 Minute 2247 Billionen Wärmeeinheiten, welche imstande wären, $5^1/_2$ Kubikmeilen

Wasser um 1°C. wärmer zu machen. Da aber die Erde nur den 12650 millionten Theil von der Kugelfläche bedeckt, welche wir uns rings um die Sonne in der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne denken können; so wird die ganze von der Sonne entwickelte, also ihr auch entzogene lebendige Kraft durch 12650 millionenmal 2247 Billionen Wärmeeinheiten dargestellt. — Ein enormer Verlust für die Sonne, den sie, selbst wenn sie aus verbrennender Steinkohle bestände, welcher der nöthige Sauerstoff irgend woher zugeführt würde, nach der Berechnung kaum 5000 Jahre ertragen würde. Woher entnimmt nun wohl die Sonne alle die Wärme, von welcher das ganze Planetensystem lebt? Man könnte an die durch Reibung an dem Weltäther bei ihrer Axendrehung entwickelte Wärme denken; aber diese kann bei der großen Zartheit des Aethers nur unbedeutend sein. Eine weit größere, ja sehr bedeutende Wärmequelle liegt darin, daß zufolge der Gravitation eine Menge Körper und Stoffe aus dem Weltraume mit enormer Geschwindigkeit auf die Sonne stürzen. Aus der Masse und Geschwindigkeit eines Körpers läßt sich die Wärme berechnen, welche er beim Zusammenstoße mit einem anderen Körper hervorbringt. Fiele z. B. die Erde auf die Sonne, so würde die Wärme so groß sein, als beim Verbrennen von 5600 ebenso großen Kugeln aus festem Kohlenstoffe sich entwickeln würde und dennoch wäre die Sonne auf kaum 100 Jahre mit der zu ihrer gegenwärtigen Ausstrahlung nöthigen Wärme versorgt.*) Nach Meyer's Berechnung würde ein Meteor dabei 4600 bis 9200 mal mehr Wärme erzeugen, als eine gleiche Menge Steinkohlen bei ihrer Verbrennung. Wenn wir die Wärme berechnen, welche der Sonnenkörper durch das Zusammenstürzen aller ihn bildenden Massen hätte erlangen müssen, so kommt die kaum zu denkende Temperatur von 28611000°C. heraus. Hätte die Sonnenmasse die Wärmekapazität des Wassers, so würde sie in einem Jahre durch Ausstrahlung in den Weltraum um 1,04°C. abkühlen und 100 Millionen Jahre gebraucht haben, um den jetzigen Zustand zu erlangen. Eine so schnelle Abnahme der Sonnenwärme findet aber nicht statt und es entsteht somit die Frage: Woher soll für die Sonne die große Menge des nöthigen Brennstoffes kommen? Wenn wir an Keplers Ausspruch denken: „Es gibt mehr Kometen im Weltraume, als Fische im Ozeane"; wenn wir die als Zodiakallicht

*) Beim Verbrennen eines Kohlenstückes wird übrigens eine so große Kraft frei, daß sie einen Körper von seinem eigenen Gewichte 400 Meilen hoch von der Erde aus emporschleudern könnte.

erkennbaren sich fort und fort ansammelnden Stoffe berücksichtigen; wenn wir bedenken, daß es gewiß eine große Anzahl unserer Wahrnehmung sich völlig entziehender festerer Körper und loserer Stoffe gibt, welche alle zufolge der Gravitation mit sehr großer Geschwindigkeit nach und nach in die Sonne stürzen: so liegt in dieser lebendigen Kraft eine äußerst bedeutende Quelle von Wärme, welche wol imstande ist, die Abnahme der Sonnentemperatur auf Jahrtausende sehr unbedeutend erscheinen zu lassen und ohne dabei die Größe der Sonne in einer für unsere Meßinstrumente bemerklichen Weise zu verändern; aber die Einnahme von lebendiger Kraft nicht blos der Sonne, sondern auch aller Planeten wird die Ausgabe ringsum in den Weltraum nicht zu decken vermögen, und es muß daher ein einzelnes Weltkörpersystem dem allmähligen Erlöschen entgegen gehen. — Nicht alle Kraft im Weltraume tritt als Wärme auf oder ist in dieser Erscheinungsform als erste anzusehen, sondern sie ist vielmehr eine Folge der Rückwirkung des Weltätherdruckes auf die Stoffe in ihm.

Bei unserem Planeten ist es vorzüglich die Wärme, welche den in den todten Massen liegenden Anziehungskräften entgegenwirkt und die Erstrebung der starren Einheit jetzt noch verhindert. Wenn aber die innere Erdwärme nachaußen und die Sonnenwärme vonaußen zu wirken aufhören sollte, so würden alle durch die Wärme bedingten Bewegungen verschwunden sein und die Erde wäre organisch todt, denn nicht einmal die in den Meeresbewegungen der Ebbe und Flut liegende geringe Quelle für die Wärme würde bei der Erstarrung der Gewässer noch vorhanden sein. Wir können also mit dem vollsten Rechte behaupten, daß alle Kraftäußerungen auf unserer Erde und auch auf den übrigen Planeten und Monden nichts anderes sind, als umgewandeltes Sonnenlicht. Wenn aus dem Gebüsch das schmelzende Lied der Nachtigall unser Ohr erfreut, wenn die Luft erdröhnt von dem Gebrüll des gewaltigen Löwen, wenn die Riesenkräfte der strömenden Gewässer uns in unserer Thätigkeit unterstützen oder auch uns zu vernichten drohen; so sind diese und alle anderen Regungen nur der mittelbare Ausfluß der lebendigen Kraft des Sonnenlichtes. Zieht das Pferd einen Wagen, so ist eigentlich ein Sonnenroß angespannt und es ist daher kein Wunder, daß bei naturwüchsigen Völkern die Sonne als Gottheit verehrt wurde. Sonnenlicht und Sonnenwärme haben die Erzeugung seiner Nahrungsmittel möglich gemacht; diese geben ihm seine Kraft; wird letztere u. a. zum Reiben bei Drehungen verwendet, so erhalten wir Wärme, welche bis zu Licht gesteigert werden kann und wir sind an den Ausgangspunkt zurückgelangt.

Verschwundene Wärme ist umgesetzt worden in Pflanzen- und dann in Thierleben, letzteres in Massenbewegung und diese wieder in Wärme. Es mögen Atome, Molekel oder Massen zusammentreffen, immer bildet sich Wärme. Der erste Fall zeigt sich am auffallendsten bei den durch chemische Verbindungen erzeugten Explosionen.

Wenn wir den Kreislauf der durch die Sonne wachgerufenen irdischen Kräfte genauer verfolgen, so gelangen wir in der That zur Einsicht in die Richtigkeit der obigen Behauptungen. Jedes Pflanzenblatt ist aus Millionen regelmäßiger Zellen zusammengesetzt, jede Zelle ist ein kleines Laboratorium, worin Stärkemehl, Zucker, Gummi, Kleber, Eiweis, fette und aromatische Oele, Gewürze und Arzneistoffe, Gerbestoff, Holzstoff angefertigt wird. Die Wurzeln führen durch Röhrchen aus dem Erdboden die Rohstoffe zur Zelle, welche mit Wasser erfüllt ist und an deren Innenseite der glashellen Wand grüne Kügelchen, das Blattgrün (Chlorophyll), angeheftet sind. Die Sonne bringt den Apparat in Thätigkeit, die Kohlensäure der ungebundenen Luft wird von den Zellen der Blätter eingesogen, die Blattgrünkügelchen ziehen den Kohlenstoff an und der Sauerstoff wird frei. Daher ist das Athmen im Schatten der Bäume so leicht und angenehm. Die Zelle athmet durch ihre Wand ein und aus. Die Kohle geht aber sofort wieder neue Verbindungen ein mit dem Wasser und anderen aufgelösten Stoffen. Das Licht gibt also die erste Kraft her zu allen diesen Verwandlungen am Tage; in der Nacht aber ruht diese Arbeit der Zelle und sie entledigt sich der für sie nicht brauchbaren Stoffe, indem sie dieselben durch Aufsaugen von Sauerstoff verbrennt zu Kohlensäure und Wasser, und sie von sich stößt. Der Ueberschuß der Tagarbeit über die Nachtarbeit wird theils in Vorrathszellen angesammelt, theils zu neuer Arbeit verwendet. Den zurückbehaltenen Kohlenstoff verwenden wir bei Erzeugung der Flammen zu unserer Erwärmung vonaußen; verzehren wir die Pflanzen, also auch ihren Kohlen- und Wasserstoff, so entsteht durch die chemische Verbindung des von uns eingeathmeten Sauerstoffes in uns Wärme und die nun nutzlos gewordenen Produkte athmen wir als Kohlensäure und Wasserdampf aus, da diese in unserem Körper eine Arbeit nicht mehr verrichten können.

Die lebendige Kraft der Lichtschwingungen wird also in den Pflanzen vernichtet, indem sie den Sauerstoff aus seiner Verbindung mit Kohlensäure und Wasser löst, so daß ihnen als Spannkraft der Kohlen- und der Wasserstoff verbleibt, die wir unter anderem in ihrer Verbindung als Kohlenwasserstoff im Leuchtgase erkennen. Es ist also in den Pflanzen

die lebendige Kraft des Sonnenlichtes als chemische Spannkraft zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff aufgespeichert. Nach dem Genusse der Pflanzen durch Thiere wird in diesen bei dem Verbrauche von Kohlenstoff und dem Sauerstoffe der eingeathmeten Luft theils lebendige Kraft als Wärme, theils mechanische Spannkraft in den Muskeln hervorgebracht. Gleichwie die Lokomotive die Dämpfe aushaucht, nachdem sie ihre Wärmearbeit verrichtet haben, so das Thier die Kohlensäure und den Wasserdampf, welcher sich aus einem Theile des eingeathmeten Sauerstoffes und aus dem Wasserstoffe gebildet hat. Selbst die beim Athmen durch einen Umwandlungsprozeß und durch Uebertragung erzeugte Kraft ist nicht unbedeutend. Dieses ergibt sich daraus, daß ein erwachsener Mensch von der eingeathmeten Luft täglich gegen 300000 Kubikzolle verbraucht und in seinem Körper verwandelt. So ist es nun klar, daß es in erster Linie die Sonne ist, welche den thierischen Organismus zu den obigen und allen anderen Leistungen befähigt. Daß die tropische Sonne auch in unmittelbarer Weise den menschlichen Körper außerordentlich erkräftigt, sehen wir unter anderem an der unglaublichen Ausdauer, mit welcher die leidenschaftlich musikalischen Bongo tanzen und dabei unablässig den Körper verrenken. Es ist aber auch die lebendige Kraft der Sonne, welche Wärme an der Erdoberfläche erzeugt, wodurch das Wasser in Dämpfe verwandelt und zu größeren Höhen in die Atmosphäre gehoben wird, um dann in Gestalt verschiedener Niederschläge die Bäche, Flüsse und Ströme zu speisen.

Wir haben bei den Uebertragungen der verschiedenen Schwingungserscheinungen bereits wiederholt auf die Erhaltung der lebendigen Kraft aufmerksam gemacht. Weil aber auch die menschliche, überhaupt thierische Kraft umgewandelt werden kann in Wärme, Licht und Elektrizität und weil alle diese Bewegungsarten ineinander übergehen können; so liegt kein Grund vor, das Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kraft nicht auch von den letzteren Erscheinungen auf die organische Lebenskraft anzuwenden. Man mißt ja in der That auch den Werth der verschiedenen Nahrungsmittel nach ihren nährenden Stoffen bei dem während der Verdauung eintretenden Stoffwechsel. Wie übrigens die fast beständige Temperatur von 37° C. unseres Leibes in Muskelarbeit umgesetzt wird zeigt sich unter anderem beim Besteigen hoher Berge, denn sie nimmt dabei ab und steigt erst wieder beim Haltmachen; das Athmen dünnerer Luft vermag nicht dem Körper die zur Wärmeerzeugung nöthige Menge von Sauerstoff zuzuführen.

Wenn auch die Messungen uns bei den irdischen Erscheinungen

die Erhaltung der lebendigen Kraft für jetzt bestätigen, so umfassen sie doch nur eine allzukurze Spanne Zeit, als daß wir sie für alle Zeiten als giltig ansehen dürften. Wenn aber auch in Zukunft beim Altern unserer Sonne eine Verminderung der Gesammtkraft auf unserer Erde einträte, so würde sie doch unserer Beobachtung entgehen, weil die Herabsetzung alle Seiten der irdischen Erscheinungen treffen und so unseren Maßstab für sie gleichmäßig verkleinern würde.

Aber nicht nur die Sonne, sondern auch alle anderen Körper strahlen ihre Wärme in den kalten Weltraum aus; denn es ist wie auf der Erde so in dem unendlichen Raume überhaupt das Bestreben nach Assimilation vorhanden während des rastlosen Kampfes einer trennenden und einigenden, einer abstoßenden (Wärme) und anziehenden (Schwere) Kraft vorhanden. Diese beiden Kräfte gehen allein von der zweifachen Schwingungsweise des Weltäthers aus, nämlich von seinen Quer- und von seinen Längenschwingungen. Der Weltäther will zufolge der Längenschwingungen die Stoffe einigen durch den auf die zu Weltkörpern geeinigten Stoffe ausgeübten Druck; es entstehen in diesen durch die Querschwingungen noch Wärmeschwingungen und letztere gehen, indem sie allerlei Umwandlungen erfahren und als Kräfte Wirkungen hervorbringen, gleichzeitig als strahlende Wärme in den Weltraum zurück.

Die Sonne erzeugt durch die ungleiche Besonnung auf verschiedene Theile der Erde Luft- und Meeresströmungen, Ausdünstungen und Niederschläge; letztere speisen die Quellen, Bäche, Flüsse und Ströme, welche bei ihren Bewegungen zu verschiedenen Leistungen verwendet werden (die Wasserkraft der Niagarafälle allein entspricht einer Kraft von 4½ Millionen Pferden, was mehr ist als alle Maschinen auf der Erde zu leisten fähig sind). Durch diese Bewegungen, sowie durch die vom Monde erregte Ebbe und Flut wird Wärme hervorgebracht, am meisten aber durch die unmittelbare Besonnung; denn wenn letztere auf die ganze Erdoberfläche gleich vertheilt wäre, so würde sie hinreichen in einem Jahr eine 97 Fuß dicke Eisschicht zu schmelzen. Die Wärme aber, welche an der Erdoberfläche sich nicht wieder in mechanische Arbeit umsetzt (z. B. bei den meisten chemischen Prozessen, beim bloßen Verbrennen, beim bloßen Verdauen) geht für die Erde durch Ausstrahlung in den Weltraum unwiderruflich verloren.

Wenn wir ein Entstehen und eine Fortentwickelung der Erde, der übrigen Planeten und auch der Sonne zugeben müssen, so liegt schon darin der Gedanke an das Erreichen einer Endschaft ihrer auf Wechselwirkung beruhenden Thätigkeit. Wo Leben ist, da folgt auch der Tod.

Die neuesten Beobachtungen des Sonnenspektrums weisen darauf hin, daß die Sonne wirklich, wenn auch äußerst langsam, diesem Schicksale entgegengeht, denn ihr Spektrum verkürzt sich nach dem Roth hin oder die Kraft der Lichtschwingungen nimmt ab. Die Sonne war früher reicher an chemisch wirkenden Strahlen als jetzt und es wird zweifellos eine freilich noch außerordentlich fern liegende Zeit kommen, in welcher das Photographiren unmöglich sein wird. — Es ist wol keinem Zweifel unterworfen, daß die letzten Menschen als Aequatorial-Eskimos leben werden, nachdem sich während der allmähligen Hebung und Abkühlung der Erdkruste die Axendrehung verlangsamt und der Unterschied der Jahreszeiten gänzlich verwischt haben wird. Ob dann endlich eine Heerde und ein Hirt sein wird? Ich zweifle daran.

Der absolute Tod im ganzen Weltraume würde nur dann eintreten, wenn es möglich wäre, alle Stoffe zu einem Ganzen zu vereinigen und alle Bewegungen auch in ihm aufhören zu machen oder an ihm den absoluten Nullpunkt der Temperatur hervorzubringen. Bei dem Nullpunkte unserer Thermometer haben die betreffenden Körper immer noch einen gewissen Grad von Wärme. Man kann ja z. B. gefrorenes Quecksilber durch Eis von etwa 20° Kälte noch leicht aufthauen. Der absolute Nullpunkt läßt sich von irdischen Beobachtungen aus wol berechnen. Da nämlich der von der Schwingung der Molekel eines Gases abhängige Druck desselben bei einem bestimmten Rauminhalte um $^1/_{273}$ wächst, wenn es von 0° auf 1° C. erwärmt wird, also auch um ebensoviel abnimmt bei einer Abkühlung um 1° C.; so müßte es von dem Gefrierpunkte oder von 0° unseres Thermometers an um 273° C. abgekühlt werden, um den absoluten Nullpunkt der Temperatur zu erreichen. Ein solcher Todeszustand des Weltalles ist unmöglich.

Ist nämlich in dem zu einer Sonne gehörigen Systeme von Weltkörpern das thermische Gleichgewicht hergestellt, so ist dieses System zwar dem organischen Tode verfallen, aber seine lebendige Kraft ist durch den Weltäther übergetragen auf andere Weltkörper und es wird geschehen, wenn auch in Billionen von Jahren, daß solche abgestorbene Systeme auf ihren dunklen Bahnen in eine außerordentlich weit ausgebreitete glühende Gasmasse, in einem kosmischen Nebel gerathen. Es entsteht dann das unendlich großartige Schauspiel eines Weltenbrandes, welcher der Keim für ein neues Weltenleben wird. Es hindert uns hierbei nichts, an dem Gedanken festzuhalten, daß bei der Zerstörung eines Welkörpers oder eines ganzen Systems gewisse höhere Stoff-

verbindungen erhalten bleiben und so die Grundlage zu einer noch höheren Entwickelung geben, als sie in den vernichteten Körpern vorhanden war, kurz, daß es einen Fortschritt wie in der Entwickelung der organischen Natur auf einem einzelnen Weltkörper gibt, so auch im Weltganzen. Nach der Meinung der Buddhisten ist die jetzige irdische Schöpfung nichts weiter als die Erneuerung einer untergegangenen Welt. Es ist wunderbar, wie in Menschen, ohne daß sie irgend wissenschaftliche Kenntnisse besitzen, so tief einschneidende Anschauungen leben.

Es haben Fixsterne sich nach und nach nicht blos entwickelt und sich eine Schaar von Begleitern geschaffen, mit denen sie Billionen von Jahren gelebt; sondern sie sind selbst auch abgestorben und mit ihnen alle ihre Kinder und Enkel, die Planeten und die Monde. Die Astronomie weiset in der That den Todeskampf einzelner Sonnen nach; ihr Licht verliert den hellen weißen Glanz, es wird mehr und mehr röthlich und verschwindet endlich. Wenn aber plötzlich ein Stern als ein scheinbar neuer aufleuchtet, so ist es wol grade ein ganz alter, bei welchem der innere Gluthstrom durch die bereits dunkel gewordene verengende Kruste sich Bahn bricht, die Oberfläche überfluthet und zeitweise leuchtend macht, um nach allmählicher Abkühlung wieder unsichtbar zu werden. So können noch mehre, immer schwächer werdende Ausbrüche erfolgen, bis endlich nach hinreichender Abkühlung der Stern gänzlich verschwunden zu sein scheint.

Es ist für die aufgestellte Ansicht von hohem Interesse, daß nach ganz neuen Ermittelungen (durch Secchi) das Spektrum rother Sterne, wie das des Orion, Antares, Aldebaran, o im Wallfische, welche sämmtlich zu den veränderlichen gehören, vollkommen dem entspricht, welches das Innere der Sonnenflecke zeigt. Da letztere nicht Vertiefungen in dem zweifellos feurigflüssigen Sonnenkörper sind, was freilich schon 1769 Dr. Alex. Wilson und neuerdings auffallender Weise auch Secchi angenommen hat, sondern, wie ich bewiesen zu haben glaube, Schlackenfelder*); so läßt sich annehmen, daß die Schlackenbildung bei den genannten Sternen schon ziemlich weit vorgeschritten ist. In der Atmosphäre anderer roth erscheinender Sterne verbrennt Kohlenwasserstoff oder auch Benzindampf.

Nähert die Farbe eines Sternes vom Blau an sich mehr und

*) Browning legte im vorigen Jahre in einer Sitzung der K. astronom. Gesellschaft zu London das Bild eines enormen (143 tausend Meilen breiten) Sonnenfleckens vor, welcher mit zwei Lichtstreifen überbrückt war. Das scheinen mir große Risse in dem Schlackenfelde gewesen zu sein, durch die man den glühenden Sonnenkörper erblickte.

mehr dem Roth, so läßt sich für ihn noch eine andere Veränderung, nämlich eine Annäherung zu uns denken. Der schnell von uns sich entfernende Ton wird tiefer, der sich uns schnell nähernde aber höher, weil im ersten Falle auf eine bestimmte Zeit weniger, im zweiten Falle mehr Schwingungen unser Ohr treffen. Die Farbe eines uns sich nähernden Stromes muß aus demselben Grunde dem Roth, die des sich entfernenden aber dem Blau näher kommen, wobei die Frauenhoferschen Linien sich auch verschieben. So ist ermittelt worden, daß der Sirius sich mit einer Geschwindigkeit von 29,4 engl. Meilen in 1 Sekunde von uns entfernt, wobei seine Wasserstofflinien C und F sich vorschieben.

Die Spektralanalyse weiset uns bekanntlich glühende Gasmassen von einer ungeheuren Ausdehnung im Weltraume nach. Sie haben einen großen Theil der lebendigen Kraft abgestorbener Welten durch Uebertragung ererbt und sind berufen, neues Leben in die kalten Massen zu bringen, welche in sie gerathen. Ein völlig untrügliches Beispiel davon scheint mir, wie bereits erwähnt, der von Lord Roß mit seinem Rieseninstrumente so lange und so sorgfältig beobachtete und beschriebene Nebelfleck im nördlichen Flügel der Jungfrau zu sein. In der Mitte ein kreisrunder heller Fleck, ringsum zerklüftete schwarze Partieen mit hellen Gängen, an der einen Seite noch massenhaft wie eine unregelmäßig gebaute Stadt mit ihren Straßen; Alles dieses in einem Nebel, welcher nachaußen immer durchsichtiger wird und an der unserer Stadt grade entgegengesetzten Seite große von dem Mittelpunkte auslaufende Spiralwindungen zeigt; in dem Nebel sind noch unregelmäßig zerstreut liegende schwarze Punkte bemerklich.

Die Erklärung dieses Gebildes erscheint nicht schwierig. Als nämlich ein dunkler Weltkörper in die ungeheure Gluht des spiralförmigen Nebels grade gegenüber den jetzt noch sichtbaren einzelnen Spiralen gerathen war, mußten seine leichter schmelzbaren Stoffe sich auslösen, er selbst zersprang dann, wodurch sein innerer Hohlraum blosgelegt wurde; dieser und die Gänge erfüllten sich mit den geschmolzenen Massen und erscheinen somit weiß, die Hauptmassen noch schwarz; einzelne Massen wurden weit abgeschleudert, rundeten sich durch Schmelzung an ihrer Außenfläche bald ab oder wurden schon geschmolzen abgeschleudert. Vielleicht aber sind einzelne dieser zerstreuten Punkte noch Begleiter des Hauptkörpers gewesen. Sie werden nach und nach mit den übrigen Massen wol zu einem Ganzen zusammenschmelzen.

Auf diese Weise findet eine Uebertragung der Wärmeschwingungen in der kosmischen Wolke auf abgestorbene Weltkörper statt; diese werden

möglicher Weise dadurch in Dämpfe aufgelöst, vielleicht nicht einmal mit einem flüssigen Kerne und dann wird die Umwandlung dieses Weltkörpers in der im ersten Theile dieses Buches geschilderten Weise zu einem Weltkörpersysteme erfolgen und wir haben so einen unendlichen Kreislauf von Entstehen und Vergehen, von Leben und Tod ebenso im unendlichen Weltraume wie auf unserer winzigkleinen Erde, stets aber mit der Erhaltung der Gesammtkraft im ganzen Weltraume.

Wenn, wie wir gesehen haben, kein Weltkörper vereinzelt dasteht, sondern wenn jeder durch die Gravitation in die Nähe eines anderen gefesselt ist oder mit diesem sogar vereinigt wird, wenn wir demnach Systeme von Monden, von Planeten, von Sonnen, von Nebelflecken niederer und höherer Ordnungen haben; so könnte man auf den Gedanken kommen — und es ist auch geschehen —, daß es im Weltraume eine überwiegende Zentralmasse gäbe, gegen welche alle Weltkörper gravitiren und welche somit alle regiert. Dieses ist ein ganz unglaublicher Gedanke, weil er uns auf einen begränzten Weltraum führt und weil er gegen das Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kraft im Weltraume verstößt. Ueberdies wirkt die Gravitation durch den Weltraum nach allen Richtungen.

Im ganzen Weltraume erkennen wir also die Umwandlung lebendiger Kräfte in Spannkräfte und frei gewordener Spannkräfte in lebendige ohne irgend einen Verlust für das Weltall; dabei geschieht unabläßig eine Umwandlung von Atom- und Molekularbewegung in Massenbewegung und umgekehrt.

So ist also der Weltäther allein im unendlichen Weltraume nicht nur der Urquell aller Kräfte, sondern auch deren Erhalter für alle Ewigkeit. Es ist unmöglich, daß alle nutzbare lebendige Kraft im Weltalle je erschöpft werde, weil eine unabläßige Uebertragung ohne allen Verlust stattfindet. Wenn freilich, was wir wegen der nach allen Richtungen im Raume wirkenden Gravitation als unmöglich erkannt haben, alle die unendlich vielen Weltkörper zu einem einzigen zusammengeballt wären; dann würde die ewige Ruhe und somit der ewige Tod der ganzen Welt erreicht sein. Das Weltall, der Kosmos, wird also ein ewig lebendiger Organismus unter einem ewigen Wechsel der Gestaltungen und Lebensformen sowol im unendlich Großen wie im unendlich Kleinen bleiben.

Wenn ich schließlich die Ergebnisse der angestellten Untersuchungen kurz zusammenfasse, so würden sie etwa in folgenden Punkten gipfeln:

1) Der unendliche Weltraum ist zweifellos erfüllt mit einem außer-

ordentlich zarten, flüssigen und absolut elastischen Stoffe, dem Weltäther.

2) Dieser Stoff bewirkt durch seinen Druck die Gestaltung der in ihm vorhandenen übrigen Stoffe zu Körpern und bildet aus den flüssigen Stoffen ebenso die irdischen Tropfen wie die kugelförmigen Weltkörper.

3) Es ist auch noch Weltäther zwischen den Stoffatomen der erzeugten Körper vorhanden und er nimmt an deren Bewegungen theil.

4) Er ordnet auch im Einzelnen die vielgestaltigen Stoffatome und Molekel innerhalb der Körper und gibt ihnen demnach auch äußerlich bestimmte krystallinische und organische Formen.

5) Er ist die Veranlassung zu der je nach der Gestalt der Atome verschiedener Stoffe mehr oder minder großen chemischen Verwandlung und zu den Umwandlungen der Stoffe.

6) Durch Rückwirkung der Stofftheile der Körper gegen die Druckkraft des Weltäthers, so wie durch Uebertragung seiner Schwingungen auf die Stofftheile entstehen in jenen Wärmeschwingungen.

7) Die Wärmeschwingungen der Stofftheile eines Körpers können bei hinreichender Stärke den darin befindlichen Aether zu stehenden Lichtschwingungen veranlassen und der Körper leuchtet dann.

8) Der Weltäther leuchtet selbstständig mit stehenden Schwingungen im elektrischen Funken und kann in den Körpern dazu durch plötzliches Zusammendrücken gezwungen werden (z. B. im pneumatischen Feuerzeuge).

9) Der Weltäther pflanzt das Licht fort durch fortschreitende Schwingungen von jedem leuchtenden Körper aus.

10) Die in den Körpern erzeugte Wärme bewirkt bei deren Berührung durch unmittelbare Uebertragung der Schwingungskraft je nach der Gestalt der Stoffatome und der Molekel eine Umwandlung der Bewegungsarten (z. B. aus Wärme wird Schall, Elektrizität, Magnetismus).

11) Der Weltäther vermittelt die Uebertragung der Bewegungen, namentlich auch der Schwingungen, auf die Entfernung.

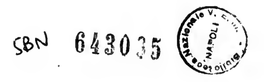
12) Der Weltäther erhält theils durch seinen Druck (seine Spannkraft), theils durch die Uebertragung aller Bewegungen die lebendige Kraft im ganzen Weltraume. (Er erzeugt die Gravitation, Fliehkraft, Abplattung, die Beharrung, die Schwingungserscheinungen).

13) In ihm liegt der Grund davon, daß alle Naturgesetze für das Weltall gelten; er ist sein Gesetzgeber.

14) Leben ist Bewegung, Bewegung wird erzeugt durch Kräfte, Kräfte sind gebunden an Stoffe, alle Stoffe werden beherrscht durch den Weltäther; also ist der Weltäther der Ausgangspunkt alles Lebens, auch des psychischen. Er ist die mittelbare Ursache für den Beginn und die Entwickelung des organischen Lebens bis hinan zum Seelenleben, dessen genauerer Zusammenhang mit der rein vegetativ-organischen Thätigkeit des Gesammtwesens noch näher zu erforschen bleibt.

Wir können am Ende dieses Werkes als ein wolbegründetes naturwissenschaftliches Dogma den Satz aufstellen:

Die ganze unendliche Welt als Inbegriff der im Raume vorhandenen Körper ist aus denselben nicht geschaffenen und auch nicht vertilgbaren Stoffen zusammengesetzt und wird von denselben unvertilgbaren Kräften getragen, welche von den einzelnen Atomen bis zu der unendlichen Menge oft außerordentlich großer Weltkörper nach denselben Gesetzen wirksam sind, in der Größe ihrer Gesammtwirkung unveränderlich erhalten werden und ihren nie versiegenden Urquell im Weltäther haben, so daß dieser auch der Urquell für alles Sein und Werden ist.



Druck von F. Hoffschläger in Berlin.

